Həyat elmləri və biotibb jurnalı, cild 74, №2, səh. 5-12 (2019)

Atom yerdəyişmə parametrlərindən istifadə etməklə Zülalların Verilənlər Bazasında olan quruluşların yoxlanılması

R.Ç. Məsməliyeva

AMEA Molekulyar Biologiya və Biotexnologiyalar İnstitutu, İzzət Nəbiyev, 11, Bakı AZ1073, Azərbaycan;
E-mail: r.masmaliyeva@imbb.science.az
Çapa qəbul edilmişdir: 28.12.2019

Hal-hazırda Zülalların Verilənlər Bazasında (ZVB) 156 mindən çox makromolekulyar quruluş vardır. Əgər ZVB yaradılandan sonra ilk dövrlərdə mümkün qədər çox quruluşların alınması prioritet idisə, indi əsas məqsəd müxtəlif bioloji prosesləri başa düşmək üçün məqsədə uyğun olan molekulların quruluşlarının öyrənilməsidir. Bu isə molekulların üçölçülü quruluşlarının yoxlanılması və yaxşılaşdırılması probleminin əhəmiyyətini daha da artırır. Yeni yoxlama metodlarının yaradılması və inkişaf etdirilməsi vacibdir. Klassik yoxlama metodları zülal molekullarının fiziki və kimyəvi xüsusiyyətlərini, amin turşuların həndəsəsini nəzərə alır. Tədqiqatlarımızda göstəririk ki, atom yerdəyişmə parametrləri (AYP) də bu məqsədlə istifadə oluna bilər. AYP atomun öz pozisiyasından yerini dəyişməsini ifadə edir. Onların statistik modelinin inkişaf etdirilməsi makromolekulyar quruluşların yoxlanılması və yaxşılaşdırılması üçün əhəmiyyətli vasitə ola bilər. Bu məqalə temperatur faktorunun statistik analizinin bütün ZVB-yə tətbiqinə və sözügedən yoxlama metodunun məlum quruluşların yaxşılaşdırılması üçün mümkün istifədəsinə həsr olunmuşdur.

Açar sözlər: *Atom yerdəyişmə parametrləri, makromolekulyar saflaşdırma, validasiya*

GİRİŞ

Hal-hazırda Zülalların Verilənlər Bazasında 156 mindən çox quruluş vardır və hər il bu bazaya təxminən 10 min yeni quruluş əlavə olunur. (Berman et al., 2002). Əgər ZVB yaradılandan sonra ilk dövrlərdə prioritet mümkün qədər çox quruluşların alınması idisə, indi, əsas məqsəd konkret quruluşların öyrənilməsidir. Bu isə molekulların üçölçülü quruluşlarının yoxlanılması və yaxşılaşdırılması probleminin əhəmiyyətini daha da artırır. Əvvəlki məqaləmiz (Masmaliyeva and Murshudov, 2019) atom yerdəyişmə parametrlərindən (AYP) (Trueblood et al., 1996) biri olan izotropik temperatur faktorunun (və ya B faktor) statistik analizinin makromolekulyar quruluşlarının yoxlanılması üçün istifadəsində əhəmiyyətinə həsr edilmişdir. Zülal quruluşlarının yoxlanılmasına həsr olunan məqalələr çox olsa da, AYP-nin analizi cəmi bir neçə tədqiqat işində əks olunmuşdur (Dauter et al., 2006; Merritt, 2011, Read, 2011; Schneider, 2014, Carugo, 2018; Grosse-Kunstleve, 2002). Adətən molekulyar quruluşların yoxlanılması üçün atomun nisbi pozisiyasından istifadə olunur. AYP-i atomların pozisiyalarının dəqiqliyini ifadə etdiyindən, onlardan da quruluş modellərinin yoxlnılmasında istifadə etmək məqsədyönlüdür. AYP-i quruluş modellərinin vacib hissəsi olub, atomların öz pozisiyasından yayınmasını ifadə edir. B faktorun saflaşdırılması eksperimental verilənlər və model arasındakı uyğunluğu yüksəldir. Temperatur faktorunun mütləq qiyməti ilə problem ondadır ki, onun bütün qiymətlərinə eyni bir ədədi əlavə etsək/çıxsaq, orta qiymət uyğun olaraq dəyişəcək, lakin varians dəyişmir. Elektron paylanmalarının Fürye analizindən məlumdur ki, makromolekulyar quruluşların təsvirlərinin həddən artıq kəskinkəşdirilməsi və ya yayılması mənasızdır: Fürye sıralarının kəsilməsi effekti həddən artıq çox olduqda küyün qiyməti güclənərək siqnalın görünməsinə imkan verməyəcək. Ona görə də bu hallar arzuedilməz hesab olunur. Bu da saflaşdırma alqoritmlərində B qiymətlərinə əsaslanan məhdudlaşdırmaların tətbiqində əlverişsizdir. Bu səbəbdən də B faktorun paylanmasından istifadə etmək daha məqsədəuyğundur. İzotropik temperatur faktorunun paylanması Sürüşən tərs qamma paylanmasına uyğun gəlir (Masmaliyeva and

Murshudov, 2019). Bu paylanmanın parametrlərinin qiymətləndirilməsi və qrafik təsviri zülal molekullarının üçölçülü modellərindəki səhvlərin aşkarlanmasına imkan verir. Bu məqalə temperatur faktorunun statistik analizinin bütün ZVB-yə tətbiqinə və hazırlanmış yoxlama metodunun məlum quruluşların yoxlanılması üçün mümkün istifədəsinə həsr olunub.

MATERİAL VƏ METODLAR

ZVB-dakı quruluşlar yüklənmiş və Refmac (Murshudov et al., 2011) proqramı ilə yenidən saflaşdırılma aparılmışdır. R faktorun (Morris et al., 1992) qiyməti 0.30 və yuxarı olan quruluşlar analizlərdən kənarlaşdırılmışdır. Belə ki, bu quruluşlarda model və eksperimental verilənlərin uyğunluğu zəifdir. Yenidən saflaşdırma verilənlərin obyektivliyi baxımından vacibdir. Çünkü, baxmayaraq ki ZVB-dakı quruluşların bir hissəsi Refmac proqramı ilə saflaşdırılsa da, digər proqramlarla saflaşdırılan quruluşlar da vardır. Təcrübə göstərir ki, müasir üsullardan istifadə edərək yenidən saflaşdırma verilənlərin yoxlanılmasından düzgün nəticə almaq üçün zəruri prosedurdur.

Sürüşən tərs qamma paylanmasının parametrləri bunlardır: forma parametri (α), miqyas parametri (β) və sürüşmə addımı parametri (B_0):

$$\boldsymbol{P(B; B_0; \alpha; \beta) = \frac{\beta^{\alpha}}{\Gamma(\alpha)}(B - B_0)^{-\alpha-1} exp\left(\frac{-\beta}{B-B_0}\right)} \quad \textbf{(1)}$$

İlk iki momentdən istifadə etməklə (momentlər üsulu) parametrlərdən ikisini hesablamaq olar (Stuart et al., 1999):

$$\boldsymbol{\langle B - B_0\rangle = \frac{\beta}{\alpha - 1}}$$

$$\boldsymbol{var(B - B_0) = var(B) = \frac{\beta^2}{(\alpha-1)^2(\alpha-2)}} \quad \textbf{(2)}$$

Üçüncü parametri isə ya üçüncü momentdən və ya minimum B faktordan istifadə edərək tapmaq olar. Alınan parameterlər sonra Maksimal mümkünlük metodu ilə daha da yaxşılaşdırılır.

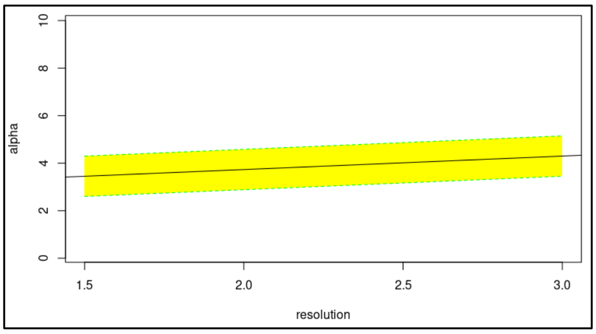
Atom yerdəyişmə parametrlərinin paylanmasını Sürüşən tərs qamma paylanması ilə modelləşdirdikdən və bütün ZVB üçün parametrləmə apardıqdan sonra *R* statistika paketinin (R core team, 2014) köməyi ilə Proqnozlaşdırma intervalı hesablanmışdır. Bu intervaldan kənar qiymətlər göstərən quruluşlar daha dərindən nəzərdən keçirilməlidir. Proqnozlaşdırma intervalı reqressiya analizində proqnozlaşdırma üçün istifadə olunan Etibarlılıq intervalı növüdür (Stuart et al., 1999). Bu elə qiymətlər parçasıdır ki, bu, verilən modelə uyğun yeni müşahidələrin proqnozlanmasına imkan verir. Proqnozlaşdırma intervalının Etibarlılıq intervalından əsas fərqi odur ki, Etibalılıq intervalı çoxluğun öz parametrləri ilə əlaqədar olduğu halda, Proqnozlaşdırma intervalı gələcək müşahidələrin qiymətlərinin düşəcəyi parçanı ifadə edir.

Bu parametrlərin hesablanması və B faktorun paylanmasının qrafiki təsvirinin qurulması üçün ToBvalid.py proqram təminatı inkişaf etdirilmiş və istifadə edilmişdir (Masmaliyeva and Murshudov, 2019). Eləcə də, Sürüşən tərs qamma paylanmasının ümumi statistikası aparılmışdır: minimal qiymət, maksimal qiymət, orta qiymət, median, varians, meyillilik, kurtozis, 1-ci kvartil, 3-cü kvartil. Kənaraçıxmaların aradan qaldırılması üçün İnterkvartil məsafələr və ya Tukey metodundan (Tukey et al., 1977; McGill, 1978, Masmaliyeva and Murshudov, 2018) və Tərs qamma üçün Kvantaillər funksiyasından (Jones et al., 2019) istifadə olunmuşdur. Tukey metodunda əmsal 3 istifadə edilmişdir. Bu əmsal temperatur faktorunun paylanmasında kənaraçıxmaların aradan qaldırılması üçün daha əlverişlidir (Masmaliyeva and Murshudov, 2018). Kvantaillar funksiyasında persentil nöqtələri 0.05 və 0.95 seçilmişdir. Qeyd etmək lazımdır ki, Tərs qamma paylanması sağ meyillilikli asimmetrik paylanma olduğuna görə Tukey metodu əksər hallarda ancaq sağ kənaraçıxmaları müəyyən edir. Lakin aşırı yayılmanı ifadə edən böyük qiymətlərlə yanaşı, B faktorun öz mühitindən kəskin fərqlənən çox kiçik qiyməylərini müəyyən etmək yanlış yerləşdirilmiş və ya ağır atomların müəyyənləşdirilməsində əhəmiyyət kəsb edir. Python *SciPy.stats* (Jones et al., 2019) kitabxamasının *invgamma* funksiyasının kvantaillar metodu bu kənaraçıxmaları da müəyyən etəməyə imkan verir və Tərs qamma paylanmasının xüsusiyyətlərini nəzərə alır.

NƏTİCƏLƏR VƏ ONLARIN MÜZAKİRƏSİ

α forma parametrinin proqnozlaşdırma intervalı. Atom yerdəyişmə parametrlərinin Sürüşən tərs qamma paylanması modelini bütün ZVB-yə

tətbiq edəndən sonra ZVB-dəki quruluşların əksəriyyətinin bu modelə uyğun gəldiyi məlum olmuşdur. ZVB-dəki bütün quruluşların α parametrlərindən istifadə etməklə Proqnozlaşdırma intervalı hesablanmışdır (Şəkil 1). Tənlik 2-dən görünür ki, yalnız α parametrinin qiyməti 1-dən böyük olduğu halda 1-ci momentin və 2-dən böyük olduğu halda 2-ci momentin mənası vardır. Proqnozlaşdırma intervalının qrafik təsvirindən görünür ki, bu, zülal quruluşları üçün doğrudur.

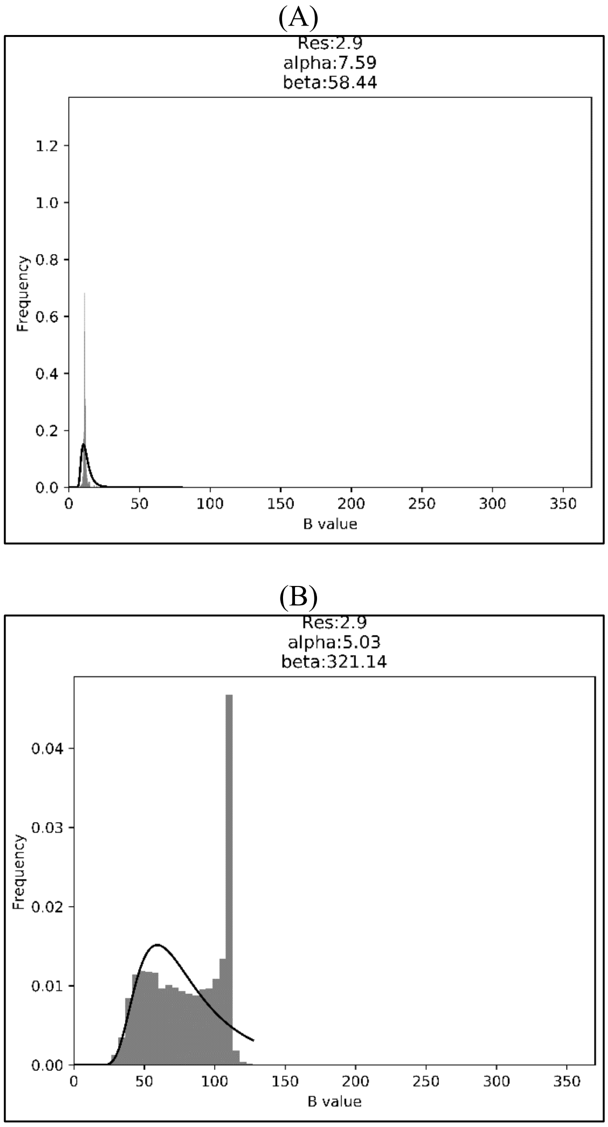


Şəkil 1. α parametrinin ayırdetməyə görə Proqnozlaşdırma intervalı.

Saflaşdırma metodunun seçilməsi. B faktorun paylanmasının Sürüşən tərs qamma paylanmasından istifadə etməklə modelləşdirilməsinin saflaşdırma metodunun seçilməsində də əhəmiyyətli rolu vardır. α və β parametrlərinin çox böyük qiymətləri, xüsusilə də α parametrinin Proqnozlaşdırma intervalı xaricindəki qiymətləri tətbiq edilən saflaşdırma prosesinin qeyri-optimal olmasının nəticəsində meydana çıxa bilər. Bu halda yenidən saflaşdırmanın tətbiq edilməsi zəruridir. Buna misal ola bilən quruluşlardan biri ZVB-də 1OB1 identifikatorlu quruluş olan Fab kompleksin kristal strukturudur (Pizzaro et al., 2003). Qeyd etmək lazımdır ki, bu kompleks *Plasmodium falciparum*-dan alınmış və malyariya xəstəliyi vaksininin hazırlanmasında istifadə edilmək üçün namizəddir. Şəkil 2-də 1OB1 quruluşunun yenidən saflaşdırmadan əvvəl (A) və sükuta görə yenidən saflaşdırmadan sonra (B) temperatur faktorunun paylanmasının histoqramı və Sürüşən tərs qamma paylanması təsvir edilmişdir.

Şəkil 2-dən göründüyü kimi, bu paylanmalar

Tərs qamma paylanmasına uyğun gəlmir, və α parametri Proqnozlaşdırma intervalına uyğun deyildir. Yenidən saflaşdırmanın dövrlərinin sayını 20 (sükuta görə Refmac proqramında 5 dövr təyin edlib) təyin etdikdən və yayılma (25 Å) tətbiq edəndən sonra, B faktorun paylanması Tərs qammaya uyğun gəlir, α parametrinin qiyməti Proqnozlaşdırma intervalına daxil olur və həmçinin R faktorun qiyməti aşağı düşür (Şəkil 3, Cədvəl 1).

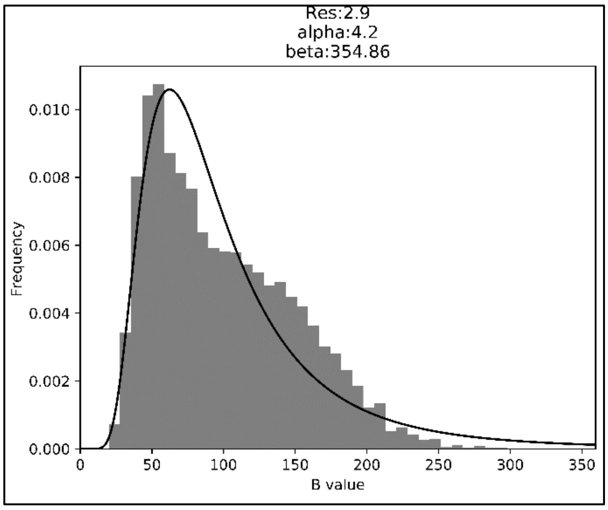


Şəkil 2. 1OB1 quruluşunun yenidən saflaşdırmadan əvvəl (A) və sükuta görə yenidən saflaşdırmadan sonra (B) temperatur faktorunun paylanmasının histoqramı və Sürüşən tərs qamma paylanması.

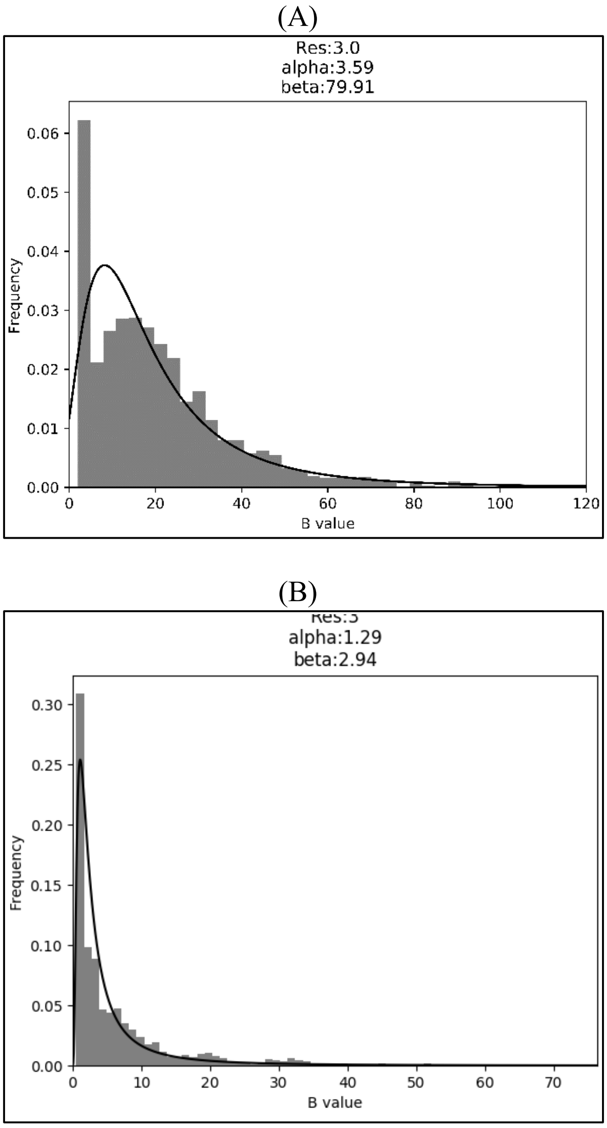
Cədvəl 1. 1OB1 quruluşunun B faktor paylanmasının tərs qamma parametrlərinə saflaşdırma üsulunun təsiri.

	α	**β**	**R faktor**
ZVB-dən yüklənmiş quruluş	7.59	58.44	0.258[1]
Standart yenidən saflaşdırma	5.03	321.14	0.28041
Sonrakı yenidən saflaşdırma	4.2	354.86	0.22507

[1]R faktorun ZVB-də verilmiş qiyməti



Şəkil 3. 1OB1 quruluşunun istifadəçi tərəfindən müəyyən edilən yenidən saflaşdırmadan (20 dövr yenidən saflaşdırma və 25 Å yayılma) sonra temperatur faktorunun paylanmasının histoqramı və Sürüşən tərs qamma paylanması.



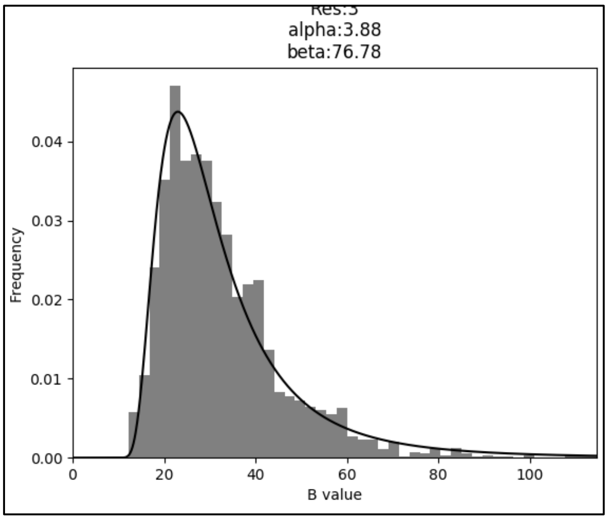
Şəkil 4. 1AOW quruluşunun yenidən saflaşdırmadan əvvəl (A) və sükuta görə yenidən saflaşdırmadan sonra (B) temperatur faktorunun paylanmasının histoqramı və Sürüşən tərs qamma paylanması.

Aşırı kəskinləşdirilmiş hal. Verilmiş paylanmada B faktorun minimal qiymətlərinin tezliyi yuxarı olduqda paylanma sola sürüşmüş olarsa, demək bu quruluş saflaşdırmadan qabaq aşırı kəskinləşdirilmişdir. Belə halda Sürüşən tərs qamma paylanmasının parametrləri qeyri-tipik qiymətlər alır: B_0 sürüşmə addımı parametri sıfra yaxınlaşır və hətta mənfi qiymətlər də ala bilir, α parametri proqnozlaşdırma intervalının aşağı sərhəddindən kiçik olur. Bütün ZVB-dəki quruluşlardan 3252 ədəd $B_0 \leq 0$ halı vardır. Ümumilikdə ZVB-də 5868 aşırı kəskinləşdirilmiş quruluş müəyyən edilmişdir. Bu quruluşlara aid nümunələrdən biri ZVB-də 1AOW identifikatorlu kalsium/fosfolipid birləşdirici zülal olan Anneksin IV-ün quruluşudur. Burada B faktorun minimal qiyməti və ona yaxın qiymətlərin yüksək tezliyini və paylanmanın sola sürüşmüş histoqramını müşahidə etmək olar (Şəkil 4). Yenidən saflaşdırma zamanı yayılma (25 Å) tətbiq edəndən sonra B faktorun paylanması Sürüşən tərs qamma paylanmasına uyğun gəlir (Şəkil 5, Cədvəl 2).

Cədvəl 2. 1AOW quruluşunun B faktor paylanmasının tərs qamma parametrlərinə saflaşdırma üsulunun təsiri

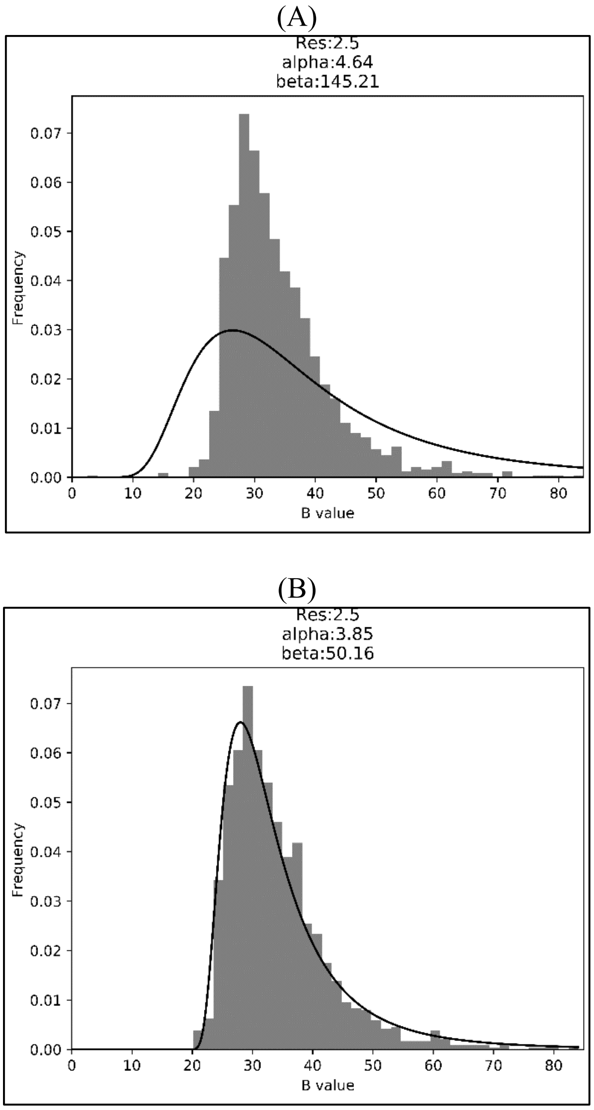
	α	β	B_0	R faktor
ZVB-dən yüklənmiş quruluş	3.59	79.91	-9.21	0.19[2]
Standart yenidən saflaşdırma	1.29	2.91	-0.19	0.24
Sonrakı yenidən saflaşdırma	3.73	59.85	8.81	0.23

[2]R faktorun ZVB-də verilmiş qiyməti



Şəkil 5. 1AOW quruluşunun istifadəçi tərəfindən müəyyən edilən (25 Å yayılma) yenidən saflaşdırmadan sonra temperatur faktorunun paylanmasının histoqramı və Sürüşən tərs qamma paylanması.

Sürüşən tərs qamma paylanmasında sol quyruq müşahidə edilən hal. Tərs qamma paylanması müsbət asimmetriyalı, sağ quyruqlu müsbət ehtimal paylanmasıdır. Temperatur faktorunun Sürüşən tərs qamma paylanması kimi modelləşdirilməsi alqoritmini ZVB-dəki bütün zülal quruluşlara tətbiq etdikdən sonra müəyyən edilmişdir ki, 1469 quruluşda B faktorun paylanmasında sol quyruq müşahidə olunur. Ümumiyyətlə bu hal onu göstərir ki, quruluş modelində yanlış modelləşdirilmiş atomlar və ya ağır atomlar ola bilər. Bu hala aid bir nümunəni ZVB-də 1ZNZ identifikatorlu QTF ilə kompleksdə Quanilat kinazanın (Hible, 2005) üçölçülü quruluş modelinin misalında nəzərdən keçirək. Sol quyruqluluq halının meydana çıxması ona gətirib çıxarır ki, histoqram və tərs qamma paylanması bir-birinə uyğun gəlmir və bu kənaraçıxmaların ehtimal paylanmasına təsiri nəticəsində hesablanmış parametrlər B faktorun paylanmasına tam uyğun gəlməyə bilər (Şəkil 6 A). Tərs qamma üçün kvantaillar metodundan istifadə etməklə sol quyruqluluq əmələ gətirən kənaraçıxmaları müəyyən etmək olar. Bu kənaraçıxmalar aradan qaldırıldıqdan sonra B faktorun histoqramı və hesablanan parametrlər uyğun tərs qamma paylanması üst-üstə düşür (Şəkil 6 B).



Şəkil 6. Bir ZNZ identifikatorlu zülalın quruluş modelində B faktorun paylanmasından sol quyruqluluq əmələ gətirən kənaraçıxmaları aradan qaldırmazdan əvvəl (A) və aradan qaldırdıqdan sonra (B) Sürüşən tərs qamma paylanmasının necə dəyişdiyinin təsviri.

Cədvəl 3. Bir ZNZ quruluşunun B faktor paylanmasının parametrlərinə kənaraçıxmaların aradan qaldırılmasının təsiri.

	α	β	B_0
Kənaraçıxmalar ilə birlikdə	4.64	145.21	0.68
Kənaraçıxmalar aradan qaldırıldıqdan sonra	3.85	50.16	17.64

Parametrlərin necə dəyişməsi Cədvəl 3-də verilmişdir.

Beləliklə, atom yerdəyişmə parametrlərinin statistik modeli zülal quruluşlarının yoxlanılmasında əhəmiyyətli vasitədir. Aşırı kəskinləşdirmə yaxud da yayılma hallarının mümkünlüyü Temperatur faktorunun mütləq qiymətini mənasız edir. B faktorun mütləq qiyməti əvəzinə, onun paylanmasının istifadə edilməsi daha məqsədəuyğundur. Nadir hallarda, bəzi quruluşlar üçün temperatur faktorunun statistik paylanması Sürüşən tərs qamma paylanmasına uyğun gəlməyə bilər. Bu onu göstərir ki, belə quruluş modeli daha dərindən analiz edilməlidir. B faktorun paylanmasının Tərs qammaya uyğun gəlməməsinin bir neçə səbəbi ola bilər. Bunlardan, çox yüksək aşırı-kəskinləşdirmə və ya bulanıqlılıq, bəzi quruluşlar üçün isə tvinninq halları, həmçinin, saflaşdırma zamanı qeyri-kristalloqrafik simmetriya hissəsində məhdudlaşdırmaların (sərt, qlobal, lokal) düzgün seçilməməsi ola bilər. Ümumilikdə isə B faktorun belə modelləşdirilməsi ZVB-dəki quruluşlar üçün özünü doğruldur. Temperatur faktorunun statistik paylanmasının parametrlənməsi saflaşdırmadan əvvəl aşırı kəskinləşdirmə yaxud da yayılmanın olmasını müəyyən etməyə imkan verir. Gələcəkdə Temperatur faktorunun paylanmasının aşağı ayırdetməli quruluşların saflaşdırılmasına tətbiq edilməsi mümkündür. Bu metod, saflaşdırmadan öncə kəskinləşdirmə dərəcəsinin düzgün təyin edilməsi üçün xüsusilə əhəmiyyətli ola bilər. Temperatur faktorunun ayırdetmə ilə əlaqəli nəzərdən keçirilməsi həmişə yaxsı ideyadır. Gələcək tədqiqatlar həmçinin B faktorun qiyməti və ayırdetmədən asılı olaraq, nöqtəvi atomun ətrafında elektron buludunun hündürlüyündən (Masmaliyeva and Murshudov, 2019) istifadə etməklə, B faktorunun qiyməti öz yaxın ətrafından kəskin fərqlənən yanlış modelləşdirilmiş atomların müəyyənləşdirilməsinə istiqamətlənmiş alqoritmin inkişaf etdirilməsinə həsr ediləcəkdir.

MİNNƏTDARLIQ

Tədqiqat işi Azərbaycan Milli Elmlər Akademiyası Rəyasət Heyətinin 5/9 nömrəli qərarı əsasında maliyyələşən qrant layihəsi çərçivəsində həyata keçirilmişdir.

ƏDƏBİYYAT

Berman H.M., Battistuz T., Bhat T.N., Bluhm W.F., Bourne P.E., Burkhardt K., Feng Z., Gilliland G.L., Iype L., Jain S., Fagan P., Marvin J., Padilla D., Ravichandran V., Schneider B., Thanki N., Weissig H., Westbrook J.D., Zardecki C. (2002) The Protein Data Bank. *Acta Cryst.,* **D58:** 899-907.

Carugo O. (2018) How large B-factors can be in protein crystal structures. *BMC bioinformatics,* **19(1):** 61.

Dauter Z., Murshudov G.N., Wilson K.S. (2006) International Tables for Crystallography. **Vol. F:** 393-402. *Chester: International Union of Crystallography.*

Grosse-Kunstleve, R.W., Adams P.D. (2002) On the handling of atomic anisotropic displacement parameters. *J. Appl. Cryst.,* **35:** 477-480.

Hible G., Christova P., Renault L., Andrew E.S., Girard T.E., Munier-Lehmann H., Cherfils J. (2005) Unique GMP-binding site in *Mycobacterium tuberculosis* guanosine monophosphate kinase. *Proteins,* **62(2):** 489-500

Jones E., Oliphant E., Peterson P., et al. (2019) *SciPy: Open Source Scientific Tools for Python, 2001; http://www.scipy.org/*

Read R.J., Adams P.D., Arendall W.B. 3rd, Brunger A.T., Emsley P., Joosten R.P., Kleywegt G.J., Krissinel E.B., Lütteke T., Otwinowski Z., Perrakis A., Richardson J., Sheffler W., Smith J., Tickle I., Vriend G., Zwart P. (2011) A new generation of crystallographic validation tools for the protein data bank. *Structure,* **19:** 1395–1412.

Masmaliyeva R., Murshudov G.N. (2017) Refinement and validation of macromolecular structures. *Transactions of the Institute of Molecular Biology & Biotechnologies of ANAS,* **1:** 80-93.

Masmaliyeva R., Murshudov G.N. (2018) Outlier detection in atomic temperature factor - B value distribution. *Proceedings of ANAS (Biological and Medical Sciences),* **73(2):** 25-32.

Masmaliyeva R.C., Murshudov G.N. (2019) Analysis and validation of macromolecular B values. *Acta Cryst.,* **D75:** 505-518.

Merritt E.A. (2011) Some Beq are more equivalent than others. *Acta Cryst.,* **A67:** 512–516.

McGill R., Tukey John W., Larsen Wayne A. (1978) Variations of box plots. *The American Statistician.,* **32(1):** 12–16.

Morris A.L., MacArthur M.W., Hutchinson E.G., Thornton J.M. (1992) Stereochemical quality of protein structure coordinates. *Proteins,* **12 (4):** 345–64.

Murshudov G.N., Skubák P., Lebedev A.A., Pannu N.S., Steiner R.A., Nicholls R.A., Winn M.D., Long F., Vagin A.A. (2011) REFMAC5 for the refinement of macromolecular crystal structures. *Acta Cryst.,* **D67:** 355–367.

Pizarro J.C., Chitarra V., Verger D., Holm I., Petres S., Dartville S., Nato F., Longacre S., Bentley G.A. (2003) Crystal structure of a Fab complex whith Plasmodium falciparum MSP1-19.J. Mol.Biol., **328:** 1091.

R Core Team (2014) R: A Language and Environment for Statistical Computing. Vienna: R Foundation for Statistical Computing. *http://www.R-project.org.*

Read R.J., Adams P.D., Arendall W.B., Brunger A.T., Emsley P., Joosten R.P., Kleywegt G.J., Krissinel E.B., Lütteke T., Otwinowski Z., Perrakis A., Richardson J.S., Sheffler W.H., Smith J.L., Tickle I.J., Vriend G., Zwart P.H. (2011) A new generation of crystallographic validation tools for the protein data bank. *Structure,* **12; 19(10):**1395-412.

Schneider B., Gelly J.C., de Brevern A.G., Černý J. (2014) Local dynamics of proteins and DNA evaluated from crystallographic B factors. *Acta Cryst., Section D, Biological crystallography,* **70(Pt 9):** 2413–2419.

Stuart A., Ord K., Arnold S. (1999) Kendall's Advanced Theory of Statistics, ***2A.*** *London: Edward Arnold.*

Trueblood K.N., Burgi H.-B., Burzlaff H., Dunitz J.D., Gramaccioli C.M., Schulz H.H., Shmueli U., Abrahams S.C. (1996) Atomic Dispacement Parameter Nomenclature. Report of a Subcommittee on Atomic Displacement Parameter Nomenclature. *Acta Cryst.,* **A52: 770-781.**

Tukey J.W. (1977). Exploratory data analysis. *Addison-Wesley Series in Behavioral Science - Quantitative Methods,* 711.

Анализ структур Базы Данных Белков с использованием параметров смещения атомов

Р.Ч. Масмалиева

Институт молекулярной биологии и биотехнологий НАН Азербайджана,
Баку, Азербайджан

В настоящее время в Базе Данных Белков (БДБ) имеется более 156 000 макромолекулярных структур. Если на первых этапах развития структурной биологии приоритетной задачей являлось получение как можно большего числа структур, то в настоящее время основная задача заключается, в разъяснении сути различных биологических процессов путем целенаправленного изучения строения молекул. В связи с этим проверка и уточнение трехмерных макромолекулярных структур приобретает все более важное значение, т.е. необходима разработка новых программ проверки. Классические методы валидации основаны на физических и химических особенностях макромолекул, а также на геометрии аминокислот. В наших исследованиях мы описываем метод проверки, основанные на использования параметров смещения атома (ПСА). ПСА иллюстрирует отклонение атома от

его основного положения. Разработанный метод статистического анализа распределения ПСА может быть использован в качестве эффективного инструмента валидации. Данная статья посвящена применению статистического анализа ПСА к ББД и возможному использованию этих методов для макромолекулярной валидации.

Ключевые слова: *Параметры смещения атома, макромолекулярное уточнение, валидация*

Analysis of structures from Protein Data Bank using atom displacement parameters

R.C. Masmaliyeva

Institute of Molecular Biology and Biotechnologies, Azerbaijan National Academy of Sciences, Baku, Azerbaijan

Currently there are more than 156,000 macromolecular structures in Protein Data Bank (PDB). If at first times of development of Structural biology the priority purpose was solving as many structures as possible, currently the main purpose is solving structures, which allow understanding different biological processes. This is why validation and refinement of macromolecular structures become more and more important. New validation tools need to be developed. Classic methods of validation are based on physical and chemical features of macromolecules, as well as the geometry of amino acids. In our researches, we describe a method of validation by using Atom Displacement Parameters (ADP). ADP illustrates the variation of atom from its main position. Development of the method of statistical analysis of ADP distribution may be used as an effective validation tool. This contribution is devoted to application of statistical analysis of ADPs to PDB and possible use of this method for macromolecular validation.

Keywords: *Atom displacement parameters, macromolecular refinement, validation*

Həyat elmləri və biotibb jurnalı, cild 74, №2, səh. 13-19 (2019)

Создание бактериальной коллекции на основе штаммов, изолированных из почв Азербайджана и их скрининг на наличие новых антибактериальных биомолекул

А.Г. Агаева

Институт молекулярной биологии и биотехнологий НАН Азербайджана, Иззат Набиев, 11, Баку AZ1122, Азербайджан; E-mail: aytanaghayeva@gmail.com;
Принято к печати: 20.12. 2019

Основной целью исследовательской работы, проведенной в период с 2014 по 2018 годы, было создание бактериальной коллекции, которая включает новые, ранее некультивируемые штаммы, изолированные из почв Азербайджана и их антибактериальный скрининг. 30 образцов почв были собраны из разных зон Азербайджана и отправлены в Фраунхоферский центр молекулярной биотехнологии (США) для бактериальной изоляции и скрининга. Из 30 образцов почв было выделено 578 штаммов и создана новая бактериальная коллекция. Все 578 изолированных бактерий были проанализированы на антибактериальную активность против двух грамположительных (*Staphylococcus aureus, Enterococcus faecalis*) и двух грамотрицательных (*Escherichia coli)* патогенных штаммов методом подавления роста. 62 изолята продуцировали соединение, обладающее антибактериальной активностью по меньшей мере против одного патогенного индикатор-организма. Из 62 изолят 14 показали активность в супернатанте.

Ключевые слова: *Антибактериальные агенты, антимикробная активность, изоляция бактерий, патогенные бактерии, грамположительные бактерии, грамотрицательные бактерии*

ВВЕДЕНИЕ

Микроорганизмы являются самой древней формой жизни на Земле, они существуют миллиарды лет и успешно адаптируются к постоянно меняющимся условиям окружающей среды (Zengler, 2009; Kumar et al., 2017). Разнообразие микроорганизмов так же велико, как оно неизвестно (Vitorino et al., 2018). Микроорганизмы играют важнейшую роль в круговороте веществ и в поддержании динамического равновесия в биосфере Земли. Кроме того, микроорганизмы продуцируют целый ряд полезных органических соединений - аминокислот, белков, антибиотиков, липидов, витаминов, ферментов, пигментов, нуклеиновых кислот, которые широко используются в разных областях промышленности и в медицине (Singh et al., 2017; Raveendran et al., 2018; Singh et al., 2016; Matassa et al., 2016). Предполагается, что в настоящее время идентифицировано менее одного процента от огромного разнообразия микроорганизмов (Wade, 2002; Kellenberger, 2001). Все известные микробные биомолекулы, полезные для человека в качестве лекарств, биотоплива и т. д., были продуцированы только 1% идентифицированных видов микроорганизмов.

Начиная с 1928 года – с года открытия пенициллина (Jones et al., 2017) - и по сегодняшний день основным оружием для борьбы с патогенными микроорганизмами являются антибиотики. Однако, в последние годы растет число устойчивых к антибиотикам бактерий, антибиотики постепенно теряют свою эффективность и это становится серьезной проблемой для здоровья (Ventola, 2015; Prestinaci et al., 2015). Каждый год в США около 90 000 пациентов заражаются и умирают от устойчивых к лекарствам бактерий. Для инфекций, вызванных метициллин-резистентным *Staphylococcus aureus* (MRSA) и устойчивым ко многим лекарствам (MDR) *Acinetobacter baumannii*, для лечения доступно меньше ан-

тибиотиков, чем 10 лет назад (Okwu et al, 2019; Manchanda et al., 2010; van Duin et al., 2016). Для многих других инфекций выбор антибиотиков быстро уменьшается. Например, для патогенных микроорганизмов, несущих плазмиду с геном New Delhi metallo-beta-lactamase-1 (NDM-1), практически нет выбора для антибиотикотерапии, поскольку NDM-1 вызывает устойчивость почти ко всем антибиотикам, имеющимся на рынке и на стадии разработки (Raghunath, 2010; Fomda et al., 2014). Изначально ген NDM-1 был идентифицирован в *Escherichia coli* и *Klebsiella pneumoniae*, но он обладает способностью быстро переноситься между бактериями посредством горизонтального трансфера генов (Khan et al., 2017; Johnning et al., 2018).

С другой стороны, так как большинство используемых сегодня в клинике антибиотиков были выделены из живых организмов или представляют собой модифицированные соединения, структура которых получена из натуральных продуктов (Jones et al., 2017), крупные компании со всего мира вкладывают огромные деньги для открытия и идентификации новых антибиотиков.

Учитывая критическую важность разработки новых антибиотиков, основной идеей и общей концепцией данной работы является создание коллекции микроорганизмов, в состав которой входят новые, ранее некультивируемые штаммы бактерий и их антибактериальный скрининг. Для реализации поставленной цели, мы решили изолировать бактерии из микробиоты Азербайджана. В литературе очень мало информации об антимикробной активности бактерий, изолированных из богатых почв Азербайджана, и это сильно увеличивает наши шансы на обнаружение нового штамма бактерий с полезными свойствами.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Объектами исследования служили 30 образцов почв, собранные в течение 2014–2018 годов из разных зон Азербайджана. Образцы почв, с глубины 5-10 см, собирали в отдельные стерильные полипропиленовые пакеты с использованием шпателя, которую стерилизовали в 100 % этаноле и промывали стерильной дистиллированной водой между образцами. Все собранные образцы были отправлены во Фраунхоферский центр молекулярной биотехнологии (США) для дальнейшего анализа.

Изоляцию бактерий осуществляли по методу стандартного серийного разведения. Чтобы осадить частицы почвы, примерно 1 грамм каждого образца почвы суспендировали в стерильном однократном натрий-фосфатном буфере, тщательно перемешивали и инкубировали в течение 2 часов при комнатной температуре. Через 2 часа, образцы были серийно разведены в соотношении 1:10 в стерильном однократном натрий-фосфатном буфере в диапазоне от 10^{-1} до 10^{-3}. Для изоляции бактерий, 100 мкл неразведенного и серийно (1/10, 1/100 и 1/1000) разведенных образцов почвенной суспензии высевали на чашки Петри с триптическим соевым агаром (TSA) и инкубировали в течение 1-3 дней при 32 °С. Чашки Петри рассматривали ежедневно. Все колонии с разной морфологией переносили на свежую питательную среду (TSA) и очищали. На основе изолированных бактерий была создана бактериальная коллекция, в которой колонии отличались друг от друга морфологическими характеристиками (форма колонии, рельеф, характер поверхности, прозрачность, цвет, хромогенез, размер, консистенция). Все колонии в коллекции считались неизвестными бактериями, и хранились в 15 % глицерине при -80 °С.

На следующей стадии все изолированные штаммы бактерий были подвергнуты скринингу на их антибактериальную активность против двух грамположительных (*Staphylococcus aureus*, *Enterococcus faecalis*) и двух грамотрицательных *Escherichia coli* (эталонный (DC0) и мутант проницаемости наружной мембраны (DC2)) патогенных штаммов - индикаторов методом подавления роста, как описано Hockett с некоторыми модификациями. Скрининг проводили путем добавления суспензии культуры неизвестных изолятов на чашку Петри с агаром, конфлюирующим со штамм – индикаторами (Balouiri et al., 2016; Hockett et al., 2017). Чашки были инкубированы при 37 °С на 20 часов. Изоляты с антибактериальной активностью были идентифицированы по наличию зоны подавления роста вокруг того места, где была добавлена суспензия. Диапа-

зон антибактериальной активности, выраженной в миллиметрах, оценивали путем измерения прозрачной зоны от края тестируемой колонии до края роста индикатор-организма. Зону подавления роста меньше 1 мм характеризовали как слабую, больше 1 мм как сильную активность. После первичного тестирования, штаммы, которые продемонстрировали антибактериальную активность, по меньшей мере против одного индикатора, были отобраны для дальнейшего исследования. Все изоляты с антибактериальной активностью были подвергнуты скринингу на наличие ингибирующей активности в супернатанте, чтобы определить, секретирует ли бактерия активное антибактериальное соединение в супернатант клеточной культуры. Скрининг проводили методом подавления роста (Balouiri et al., 2016; Hockett et al., 2017). Изоляты инокулировали в питательную среду (триптический соевый бульон - TSB) и выращивали при 32°C и 180 об/мин. После 24-часовой инкубации супернатанты собирали, центрифугировали при 10000 g в течение 15 минут при 4°C и фильтровали через 0,22 µm PES-мембрану. Культура и супернатант изолятов были нанесены на чашки Петри с агаром, конфлюирующим со штамм - индикатором, против которого изолят был активен. Чашки инкубировали при 37°C и измеряли диаметр зоны подавления роста.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Из 30 собранных образцов почвы было выделено 578 аэробных бактериальных культур, и создана бактериальная коллекция. После создания, все изоляты коллекции могут быть проверены на антимикробную активность, а также на наличие других ценных соединений. Наши первоначальные исследования были сосредоточены на антибактериальном скрининге против 4 патогенных индикаторных организмов с использованием метода подавления роста (Рис. 1).

После первоначального скрининга 62 изолята продемонстрировали антибактериальную активность по крайней мере против одного индикатор-организма. 35 из них обладали грамположительной, 13 – грамотрицательной и 14 как грамположительной, так и грамотрицательной активностями. Все 62 изолята были идентифицированы как «интересующие изолята» и отобраны для дальнейшей характеристики.

Дальнейшие эксперименты были сосредоточены на тестировании «интересующих изолят» на ингибирующую активность в супернатанте. Скрининг по-прежнему осуществлялся методом подавления роста штамма-индикатора, против которого изолят был активен (Рис. 2).

Из 62 проанализированных изолят 14 продемонстрировали активность в супернатанте и были идентифицированы как «наиболее перспективные изоляты».

Создание бактериальной коллекции с широким разнообразием видов имеет очень важное значение для выявления новых биомолекул с ценными фармацевтическими и промышленными свойствами. Наши шансы на обнаружение новых биомолекул сильно возрастают, если в состав созданной коллекции входят новые, ранее неизвестные штаммы микроорганизмов. Учитывая, что в литературе очень мало информации об антимикробной активности бактерий, изолированных из богатых почв Азербайджана, наши шансы на обнаружение нового штамма бактерий с полезными свойствами сильно возрастают.

В результате проведенных экспериментов создана бактериальная коллекция, состоящая из 578 микроорганизмов. В данной работе представлены результаты антибактериального скрининга. В дальнейшем, расширяя диапазон экпериментов, можно осуществить скрининг созданной коллекции на наличие в ней штаммов с противогрибковыми, противораковыми, противопаразитическими и др. активностями. По результатам антибактериального скрининга 14 изолят показали активность против тестируемого патогенного индикатор-организма. На этой стадии все 14 изолят рассматриваются как потенциальный продуцент новых биомолекул. Дальнейший анализ выбранных микроорганизмов будет включать их идентификацию путем секвенирования 16S rRNA гена, выделение/очистку секретируемых биоактивных соединений из бесклеточного культурального супернатанта, определение химической структуры биомолекулы и подтверждение антимикробной активности *in vivo*.

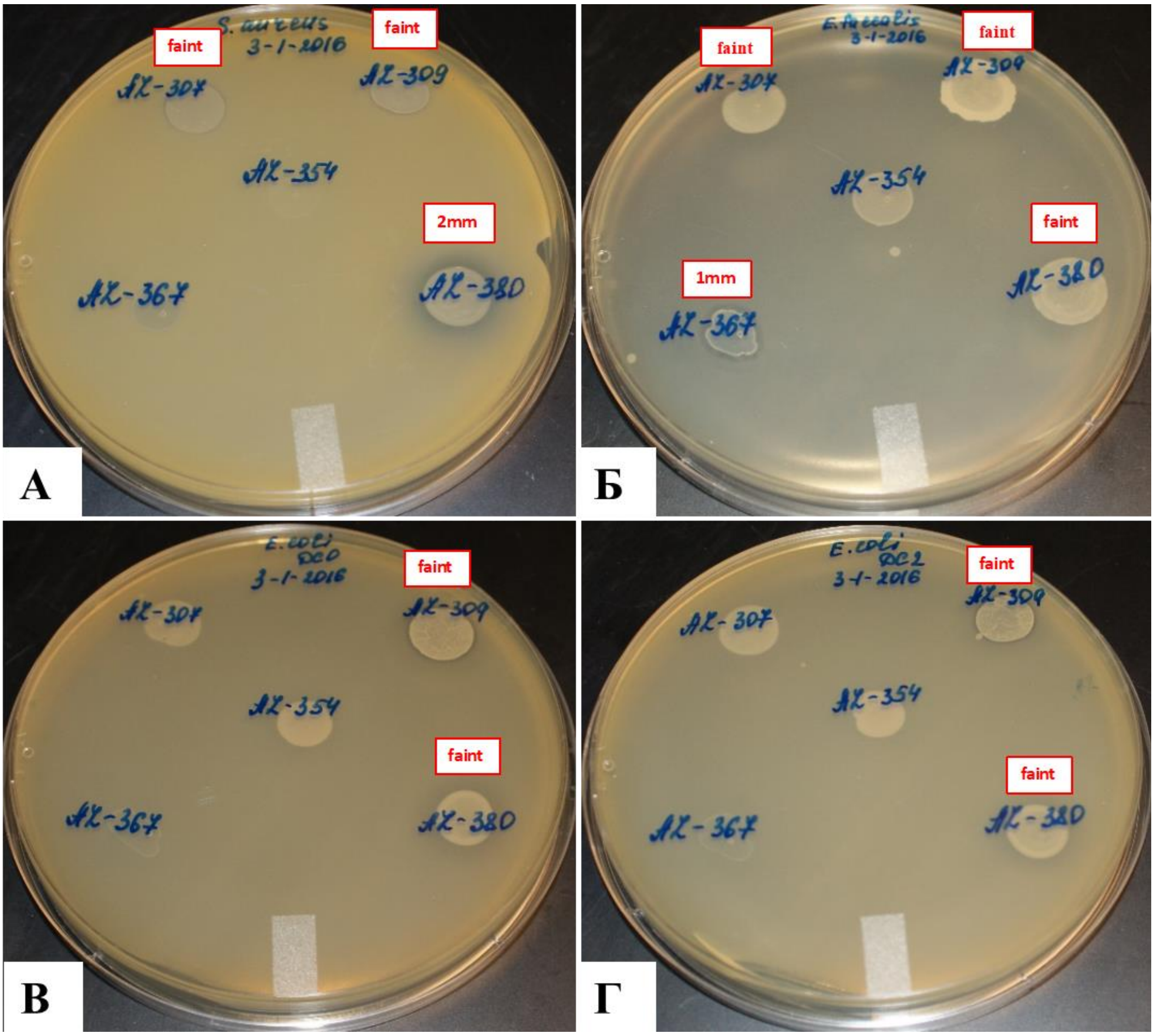


Рис. 1. ***Антибактериальный скрининг.*** А) Изоляты AZ-307, AZ-309 и AZ-380 показывают соответственно слабую, слабую и ~2 мм зону подавления роста против *S.aureus;* Б) Изоляты AZ-307, AZ-309 и AZ-380 показывают слабую, а AZ-367 – 1 мм активность против *E.faecalis*; В) Г) Изоляты AZ-309 и AZ-380 показывают слабую активность против *E.coli* DC0 и *E.coli* DC2.

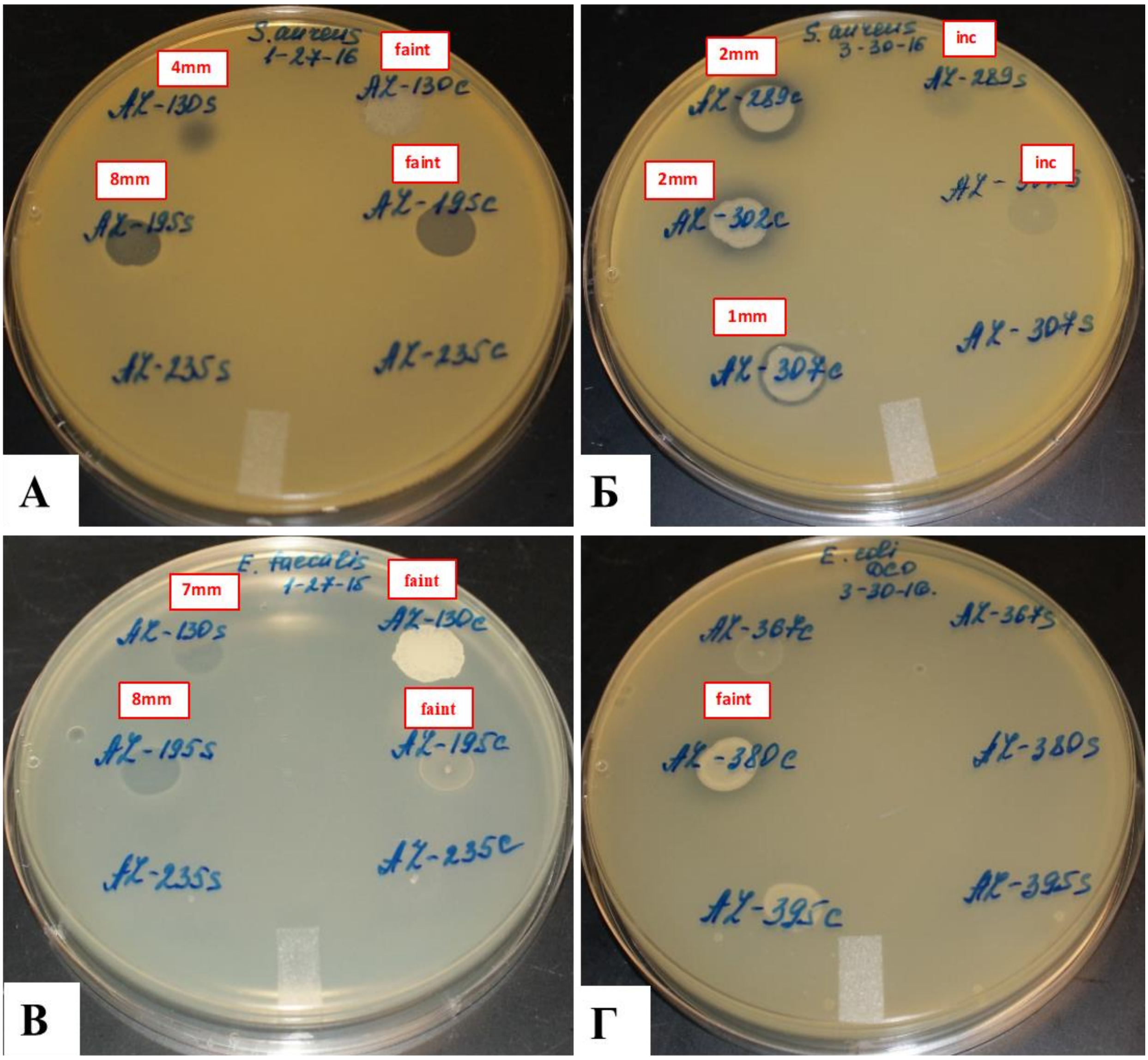


Рис. 2. ***Скрининг супернатанта.*** А) Супернатанты AZ-130 и AZ-195 соответственно показывают ~4 мм и ~8 мм зону подавления роста, в то время как, культура этих же самых изолят показали лишь слабую активность против *S.aureus*. Б) Супернатанты AZ-289 и AZ-302 показали слабую активность, в то время как, культура этих же самых изолят показали активность в 2 мм против *S.aureus;* AZ-307 показывает активность в 1 мм в культуре, но нет никакой активности в супернатанте против *S.aureus*. В) Супернатанты AZ-130 и AZ-195 соответственно показывают ~7 мм и ~8 мм зону подавления роста, в то время как, культура этих же самых изолят показали лишь слабую активность против *E.faecalis*. Г) AZ-380 показывает слабую активность в культуре против *E.coli*. Но в супернатанте нет никакой активности

Дальнейший анализ выбранных микроорганизмов будет включать их идентификацию путем секвенирования 16S rRNA гена, выделение/очистку секретируемых биоактивных соединений из бесклеточного культурального супернатанта, определение химической структуры биомолекулы и подтверждение антимикробной активности *in vivo*.

ПРИЗНАТЕЛЬНОСТЬ

Автор статьи выражает благодарность и глубокую признательность академику И.М.Гусейновой, профессору В.М.Юсибову (научно-исследовательский институт биологических наук Индианы, США), профессорам S.J.Streatfield и J.Karczewski (Фраунхоферский центр молекулярной биотехнологии, США), профессору S.Goldman (Evolva, Калифорния, США) и C.M.Morris (Hygiena/Qualicon Diagnostics LLC, Делавер, США) за советы и ценные замечания при работе над данной статьей.

ЛИТЕРАТУРА

Balouiri M., Sadiki M., Ibnsouda S.K. (2016) Methods for in vitro evaluating antimicrobial activity: A review. *J. Pharm. Anal.*, **6(2):** 71-79.

Fomda B.A., Khan A., Zahoor D. (2014) NDM-1 (New Delhi metallo beta lactamase-1) producing Gram-negative bacilli: Emergence & clinical implications. *Indian J. Med. Res.*, **140(5):** 672-678.

Hockett K.L., Baltrus D.A. (2017) Use of the soft-agar overlay technique to screen for bacterially produced inhibitory compounds. J. Vis. Exp., **119:** 55064.

Johnning A., Karami N., Hallbäck T.E., Müller Vilhelm., Nyberg L., Buongermino P.M., Stewart C., Ambjörnsson T., Westerlund F., Adlerberth I. and Kristiansson E. (2018) The resistomes of six carbapenem-resistant pathogens – a critical genotype–phenotype analysis. *Microb. Genom.*, **4(11):** doi: 10.1099/mgen.0.000233.

Jones M.B., Nierman W.C., Shan Y., Frank B.C., Spoering A., Ling L., Peoples A., Zullo A., Lewis K., Nelson K.E. (2017) Reducing the bottleneck in discovery of novel antibiotics. *Microbial Ecology,* **73(3):** 658-667.

Kellenberger E. (2001) Exploring the unknown. The silent revolution of microbiology. *EMBO reports*, **2(1):** 5–7.

Khan A.U., Maryam L., Zarrilli R. (2017) Structure, genetics and worldwide spread of New Delhi Metallo-β-lactamase (NDM): a threat to public health. *BMC Microbiol.*, **17:** 101.

Kumar A., Chordia N. (2017) Role of microbes in human health. *Applied Microbiology: Open Access*. **3:** 2.

Manchanda V., Sanchaita S., Singh N.P. (2010) Multidrug resistant acinetobacter. *J. Glob. Infect. Dis.*, **2(3):** 291-304.

Matassa S., Boon N., Pikaar I., Verstraete W. (2016) Microbial protein: future sustainable food supply route with low environmental footprint. *Microb. Biotechnol.*, **9(5):** 568–575.

Okwu M.U., Olley M., Akpoka A.O., Izevbuwa O.E. (2019) Methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA) and anti-MRSA activities of extracts of some medicinal plants: A brief review. *AIMS Microbiology*, **5(2):** 117–137.

Prestinaci F., Pezzotti P., Pantosti A. (2015) Antimicrobial resistance: a global multifaceted phenomenon. *Pathog. Glob. Health*, **109(7):** 309–318.

Raghunath D. (2010) New metallo β-lactamase NDM-1. *Indian J. Med. Res.*, **132(5):** 478–481.

Raveendran S., Parameswaran B., Ummalyma S.B., Abraham A., Mathew A.K., Madhavan A., Rebello S., Pandey A. (2018) Applications of microbial enzymes in food industry. *Food Technol. Biotechnol.*, **56(1):** 16–30.

Singh R., Kumar M., Mittal A., Mehta P.K. (2016) Microbial enzymes: industrial progress in 21st century. *3 Biotech.*, **6(2):** 174.

Singh R., Kumar M., Mittal A., Mehta PK. (2017) Microbial metabolites in nutrition, healthcare and agriculture. *3 Biotech*., **7(1):** 15.

van Duin D., Paterson D.L. (2016) Multidrug resistant bacteria in the community: Trends and lessons learned. *Infect. Dis. Clin. North. Am.*, **30(2):** 377–390.

Ventola C.L. (2015) The antibiotic resistance crisis. Part 1: Causes and threats. *Pharmacy and Therapeutics*, **40(4):** 277–283.

Vitorino L.C., Bessa L.A. (2018) Microbial diversity: The gap between the estimated and the known. *Diversity*, **10(2):** 46

Wade W. (2002) Unculturable bacteria - the uncharacterized organisms that cause oral infections. *J. R. Soc. Med.*, **95(2):** 81–83.

Zengler K. (2009) Central role of the cell in microbial ecology. *Microbiology and Molecular Biology Reviews*, **73(4):** 712–729.

Azərbaycan torpaqlarından ayrılmış ştamlar əsasında bakteriya kolleksiyasının yaradılması və onların yeni antibakterial biomolekulların mövcudluğuna görə skrininqi

A.Q. Ağayeva

AMEA Molekulyar Biologiya və Biotexnologiyalar İnstitutu, Bakı, Azərbaycan

2014-2018 illər ərzində aparılmış tədqiqat işinin əsas məqsədi tərkibinə Azərbaycan torpaqlarından ayrılmış yeni, əvvəllər becərilməmiş kulturalar daxil olan bakteriya kitabxanasının yaradılması və kulturaların antibakterial skrininqinin aparılması olmuşdur. Bu məqsədlə, 30 torpaq nümunələri Azərbaycanın müxtəlif bölgələrindən toplanmış və bakteriyaların ayrılması və skrininq edilməsi üçün ABŞ-ın Fraunhofer Molekulyar Biotexnologiya Mərkəzinə göndərilmişdir. Həmin torpaq nümunələrindən 578 bakteriya kulturası ayrılmış və yeni bakteriya kitabxanası yaradılmışdır. Kitabxanaya daxil olan 578 ştamların antibakterial fəallıqları 2 qram-müsbət (*Staphylococcus aureus*, *Enterococcus faecalis*) və 2 qram-mənfi (*Escherichia coli*) patogen mikroorganizmlərə qarşı yoxlanılmışdır. Skrininq nəticəsində 62 ştam ən azı bir patogen orqanizmə qarşı antibakterial aktivlik göstərmişdir. Analiz edilmiş 62 bakteriya kulturasının 14-nün supernatantında antimikrob fəallıq müəyyən edilmişdir.

Açar sözlər: *Antibakterial agentlər, antimikrob fəallıq, bakteriyaların ayrılması, patogen bakteriyalar, qram-mənfi bakteriyalar, qram-müsbət bakteriyalar*

Creation of a bacterial library based on strains isolated from soil of Azerbaijan and their screening for the presence of new antibacterial biomolecules

A.G. Aghayeva

Institute of Molecular Biology and Biotechnologies, Azerbaijan National Academy of Sciences, Baku, Azerbaijan

The major goal of the research project carried out during the years 2014 - 2018 was to establish a library of microorganisms, including novel, previously uncultured bacterial species, isolated from soil of Azerbaijan, and their antibacterial screening. For this, 30 soil samples were collected from different zones of Azerbaijan and sent to the Fraunhofer USA Center for Molecular Biotechnology for bacterial isolation and screening. 578 bacterial strains were isolated from 30 soil samples and a new bacterial library was created. All 578 isolated strains were analyzed for antibacterial activity against two gram-positive (*Staphylococcus aureus*, *Enterococcus faecalis*) and two gram-negative (*Escherichia coli*) pathogenic strains by growth inhibition assay. 62 isolates showed an antibacterial activity against at least one pathogenic indicator organism. After supernatant screening, 14 isolates showed an inhibitory activity in cell-free culture supernatant.

***Keywords*:** *Antibacterial agent, antimicrobial activity, bacterial isolation, pathogenic bacteria, gram-negative bacteria, gram-positive bacteria*

Həyat elmləri və biotibb jurnalı, cild 74, №2, səh. 20-27 (2019)

Azərbaycan florasında *Tanacetum* L. (*Asteraceae*) cinsi haqqında

S.C. Mustafayeva*, T.A. Qasımova, Z.S. Əliyeva

*AMEA Botanika İnstitutu, Badamdar yolu, 40, Bakı AZ1004, Azərbaycan; *E- mail: msitara@mail.ru*
Çapa qəbul edilmişdir: 27.09.2019

Məqalədə *Tanacetum* L. və *Pyrethrum* Zinn. cinslərində baş verən dəyişikliklərdən, onların əvvəlki və müasir vəziyyətindən bəhs edilir. Müəyyən edilmişdir ki, *Pyrethrum* cinsinin növləri bütünlüklə *Tanacetum* cinsinin tərkibinə keçmiş və hal-hazırda *Tanacetum* cinsi Azərbaycan florasında 2 seksiyaya aid 27 növlə təmsil olunur. Növlərin yeni təyinedici açarı tərtib olunmuş və onların qısa icmalı verilmişdir.

Açar sözlər: *Tanacetum, Pyrethrum, növlər, təyinat açarı*

Dünya florasında *Tanacetum* L. (*Asteraceae*) cinsinin Avropa, Asiya, Şımali Afrika və Şimali Amerikada yayılmış 167 növü məlumdur. *Tanacetum* geniş cins olmağına baxmayaraq, tamamilə sabit cins deyil. Belə ki, çox vaxt onun tərkibinə *Pyrethrum, Chrysanthemum, Achillea* cinslərinin növlərini daxil etmişlər.

Məlumdur ki, hələ çox əvvəllər Dekandol (De Candolle) və Kassini (Cassini) mürəkkəbçiçəklilərin taksonomiyasında karpoloji əlamətlərə çox böyük əhəmiyyət vermişlər. XX əsrin əvvəllərində P.Lavial (Lavialle, 1912) və J.Brike (Briquet 1916, 1930) də sistematikada toxumcaların anatomiyasının öyrənilməsinin əhəmiyyətini qeyd etmişlər. J. Brike (Briquet 1916, 1930) *Pyrethrum* cinsini sərbəst cins kimi qəbul etməyərək onu yığma cins kimi qiymətləndirmiş və belə bir cinsin olmadığını demişdir. İlk dəfə olaraq *Pyrethrum* və *Tanacetum* cinslərini toxumcalarının quruluşuna görə birləşdirən K.G.Şults (Schultz, 1844) olmuşdur. Aparılmış anatomik tədqiqatlar da *Pyrethrum* və *Tanacetum* cinslərinin yaxınlığını sübut etmiş (Briquet, 1916; Giroux, 1930; Kynclová , 1970; Бойко, 2002; Reitbrecht, 2002) və bir daha K. G. Şultsun (Schultz, 1844) hər iki cinsin *Tanacetum* cinsində birləşdirilməsi fikrinin düzgünlüyünü təsdiqləmişdir.

Deyilənlərə baxmayaraq, XX əsrdə əksər fundamental ədəbiyyat mənbələrində *Pyrethrum* və *Tanacetum* cinsləri ayrı-ayrı verilmişdir (Растительные ресурсы СССР, 1993; Флора Азербайджана, 1961, Флора СССР, 1961; Черепанов, 1995).

"Флора Азербайджана" kitabının VIII cildində R.M.Sofiyeva *Tanacetum* cinsinin 4 növünün, İ.P.Mandenova isə *Pyrethrum* cinsinin 28 növünün təsvirini vermişdir (Флора Азербайджана, 1961). Son illərin ədəbiyyat məlumatlarına görə (Конспект флоры Кавказа, 2008; Əsgərov, 2016) isə *Pyrethrum* cinsinin növləri bütünlüklə *Tanacetum* cinsinin tərkibinə keçmiş, bir çox növlərin adı dəyişmiş və bəziləri sinonimə keçmişdir (cədvəl).

Beləliklə, ədəbiyyat mənbələri nəzərə alınmaqla AMEA Botanika İnstitutunun "Herbari" fondu araşdırılmış və bizim tərəfimizdən Azərbaycanın müxtəlif bölgələrindən yığılmış növlər təyin olunduqdan sonra müəyyən olunmuşdur ki, *Tanacetum* (=*Pyrethrum*) cinsi floramızda 27 növlə təmsil olunur.

Aşagıda *Tanacetum* cinsi növlərinin yeni təyinedici açarı, onların qısa icmalı, yayılması, nomenklatur və coğrafi tipləri (A.A.Qrossheym, 1936 və N.N. Porteniyer, 2012) verilmişdir.

1. Kənar çiçəkləri dilcikvari, ortadakı çiçəkləri boruvaridir 2
- Bütün çiçəkləri boruvaridir 22
2. Toxumcaların qabırğaları (5-10) bərabər paylanmışdır 3
- Toxumcaların qabırğaları qarıncıq hissədə 3 qabırğacıqla yaxınlaşmışdır ..... 25. *T. Silaifolium*
3. Yarpaq ayaları çox və ya az ləlєkvari bölünmüşdür.. 5
- Yarpaq ayaları tam, kənarları çox və ya az dişli, uzunsovdan enli ovala qədərdir 4

Cədvəl. Azərbaycan florasında *Tanacetum* = *Pyrethrum* cinsi növlərində olan dəyişikliklər

“Флора Азербайджана”	**С.К.Черепанов**	**“Конспект флоры Кавказа”**	**A.M.Əsgərov, “Azərbaycanın bitki aləmi”**
***Pyrethrum* Gaertn.** *balsamita* (L.) Willd. *carneum* M.B. *cheilanthifolium* D.Sosn. *chiliophyllum* F. et M. *cinerariifolium* Trev. *corymbosum* (L.) Willd. *daghestanicum* (Boiss.) Flerov *divaricatum* D.Sosn. *grossheimii* D.Sosn. *komarovii* D.Sosn. *kotschyi* Boiss. *kubense* A.Grossh. *leptophyllum* Stev. ex M.B. *longipedunculatum* D.Sosn. *macrophyllum* (Waldst. et Kit) Willd. *meyerianum* D.Sosn. *myriopyllum* C.A.M. *niveum* Lag. *ordubadense* Manden. *parthenifolium* Willd. *punctatum* (Desr.) Bordz. ex D.Sosn. *roseum* (Ad.) M.B. *sericeum* (Ad.) M.B. *sevanense* D.Sosn. *sosnowskyanum* A.Grossh. *tamrutense* D.Sosn. *transcaucasicum* D.Sosn. *uniflorum* F. et M. ***Tanacetum* L.** *canescens* DC. *millefoliatum* F. et M. *tabrisianum* (Boiss.) A.Grossh. *tenuissimum* (Trautv.) A.Grossh.	***Pyrethrum* Zinn.** *balsamita* (L.) Willd. *balsamitoides* (Nabel.) Tzvel. *carneum* Bieb. *cinerariifolium* Trev. *coccineum* (Willd.) Worosch. *corymbosum* (L.) Scop. *daghestanicum* (Rupr. ex Boiss.) Fler. *duderanum* (Boiss.) Tzvel. *grossheimii* Sosn. *komarovii* Sosn. *kotschyi* Boiss. *kubense* Grossh. *leptophyllum* Stev. ex Bieb. *macrophyllum* (Waldst. et Kit) Willd. *ordubadense* Manden. *parthenifolium* Willd. *parthenium* (L.) Smith. *punctatum* (Desr.) Bordz. ex Grossh. et Schischk. *sericeum* (Adams.) Bieb. *sevanense* Sosn. *sorbifolium* Boiss. *silaifolium* Stev. ***Tanacetum* L.** *abrotanifolium* (L.) Druce *argyrophyllum* (C.Koch.) Tzvel. *canescens* DC. *chiliophyllum* (Fisch.et C.A.Mey.) Sch.Bip. *longipedunculatum* (Sosn.) Tzvel. *millefoliatum* Fisch. et Mey. *tabrisianum* (Boiss.) Sosn. et Takht. *tamrutense* (Sosn.) Sosn. Sch.Bip. *tenuissimum* (Trautv.) Grossh. *uniflorum* (Fisch. et C.A.Mey.) Sch.Bip. *vulgare* L.	***Tanacetum* L.** **(=*Pyrethrum* Zinn.)** *abrotanifolium* (L.) Druce *argyrophyllum* (C. Koch.) Tzvel. *balsamitoides* (Nabelek) Chand. *canescens* DC. *chiliophyllum* (Fisch. et C.A.Mey.) Sch.Bip. *coccineum* (Willd.) Grierson *corymbosum* (L.) Sch.Bip. *duderanum* (Boiss.) Tzvel. *dumosum* Boiss. *kotschyi* (Boiss.) Grierson *leptophyllum* Stev. ex Bieb. *niveum* (Lag.) Sch.Bip. *parthenifolium* (Willd.) Sch.Bip. *punctatum* (Desr.) Grierson *sericeum* (Adams.) Sch.Bip. *silaifolium* (Stev.) Sch.Bip. *sorbifolium* (Boiss.) Grierson *tabrisianum* (Boiss.) Groosh. *tamrutense* (Sosn.) Sosn. *uniflorum* (Fisch. et C.A.Mey. ex DC.) Sch.Bip. *vulgare* L. *zangezuricum* Chand.	***Tanacetum* L.** **(=*Pyrethrum* Zinn.)** *abrotanifolium* (L.) Druce *argyrophyllum* (C.Koch.) Tzvel. *balsamitoides* (Nabel.) Chand. *canescens* DC. *chiliophyllum* (Fisch.et C.A.Mey. ex DC.) Sch.Bip. *cinerariifolium* Trev. *coccineum* (Willd.) Grierson *corymbosum* (L.) Sch.Bip. *duderanum* (Boiss.) Tzvel. *dumosum* Boiss. *kotschyi* (Boiss.) Grierson *leptophyllum* (Stev. ex Bieb.) Sch.Bip. *meyerianum* Sosn. *parthenifolium* (Willd.) Sch.Bip. *punctatum* (Desr.) Grierson *sericeum*(Adams) Sch.Bip. *silaifolium* (Stev.) Sch.Bip. *sorbifolium* (Boiss.) Grierson *uniflorum* (Fisch. et C.A.Mey.ex DC.) Sch.Bip. *vulgare* L. *zangezuricum* Chand.

4. Kökətrafı yarpaqların ayaları birdən saplağa daralmışdır .... 11. *T.balsamita*
- Kökətrafı yarpaqların ayaları tədricən pazvari saplağa daralmışdır ....12. *T. balsamitoides*
5. Dilcikvari çiçəkləri ağ, çəhrayıdır 6
- Dilcikvari çiçəkləri sarıdır 19
6.Dilcikvari çiçəkləri çəhrayıdır .. 14. *T. coccineum*
- Dilcikvari çiçəkləri ağdır 7
7. Dilcikvari çiçəkləri kifayət qədər sarğıdan qısadır, boruvari çiçəkləri ağdır 8
- Dilcikvari çiçəkləri sarğıya bərabərdir və ya kifayət qədər ondan uzundur, boruvari çiçəkləri sarımtıldır 9
8. Səbətləri 20(40)-100(150) sayda, sıx mürəkkəb qalxanvari çiçək qrupunda toplanmışlar ....
....19. *T. macrophyllum*

- Səbətləri 5(10)-30(40) sayda, boş mürəkkəb qalxanvari çiçək qrupunda toplanmışlar ....26. *T. sorbifolium*
9. Gövdələri qaidədə nazik sapvari sürünən zoğludur ....23. *T. punctatum*
- Gövdələri qaidədə sürünən zoğsuzdur 10
10. Bitki qaidədə odunlaşmışdır 11
- Çoxillik ot bitkiləridir, bəzən qaidədə bir qədər odunlaşmışdır 14
11. Bitki çılpaqdır, sıx vəzilidir. Yarpaqları demək olar ki, oturaqdır ....27. *T. zangezuricum*
- Bitki gümüşü və ya bozumtul tüklüdür 12
12.Yarpaq ayası enli lansetvari və ya uzunsovdur 13
- Yarpaq ayası yuvarlaqdır .... 17. *T. kotschyi*
13. Sarğı yarpaqcıqları lansetvarı əsasdan xətti, qonur zarlı kənarlıdır ....24. *T. sericeum*
- Sarğının daxili yarpaqcıqları tərs yumurtavari, enli ağ zarlı kənarlıdır.........13. *T. cinerariifolium*
14(10). Yarpaqları ikiqat-üçqat ləlәkvari çox xırda 2-3 sm uzunluğunda sivriləşmiş hissəciklərə bölünmüşdür. Gövdə çubuqvari, qaidədən və ya ortadan aralı budaqlıdır .... 18.*T. leptophyllum*
- Yarpaqların son hissəcikləri daha iridir 15
15. Gövdələri 5-15 sm hündürlükdə sadədir. Səbətləri təkdir. Sarğı yarpaqcıqları tünd-qonur-zarlı haşiyələnmişdir ....16. *T. daghestanicum*
- Gövdələri daha hündür, budaqlı, səbətləri çoxsaylıdır 16
16. Kökətrafı və aşağı gövdə yarpaqları saplaqlı, digərləri oturaqdır ....15. *T. corymbosum*
- Bütün yarpaqları (lap yuxarıdakıları çıxmaqla) saplaqlıdır 17
17. Bitki çox sıx boz və ya ağ qarlı keçə tüklüdür ....20. *T. niveum*
- Bitki çılpaq və ya çox və ya az sıx tüklü, lakin keçə tüklü deyildir 18
18. Yarpaqların seqmentləri dərin olmayan lələkvari yarılmış yumurtavari küt dişli hissəciklidir .... 21. *T. parthenifoilium*
- Yarpaqların seqmentləri dərin oyuqlu lələkvari yarılmış tərs-yumurtavari yarımdairəvi dişli hissəciklidir ....22. *T. parthenium*
19(5). Dilcikvari çiçəkləri çox qısadır, demək olar ki, boruvari çiçəkləri ötmürlər...2. *T. argyrophyllum*
- Dilcikvari çiçəkləri kifayət qədər uzundur 20
20. Gövdə tək səbətlə qurtarır ...... 9. *T. uniflorum*
- Səbətləri çox saylıdır 21
21. Sarğı demək olar ki, şarvaridir .... 4. *T. chiliophyllum*
- Sarğı zəngvaridir ....7. *T. pinnatum*
22(1). Bitki 30-150 sm hündürlükdə, gövdəsi çox yarpaqlı, həmişə qısa olmayan vegetativ Zoğlarsızdır 23
- Bitki 40(60) sm hündürlüyə qədər, gövdəsi nisbətən zəif yarpaqlı, həmişə qısalmış vegetativ zoğludur (kökətrafı yarpaqların rozet formasında.....24
23.Yarpaqları lələkvari ayrılmış və ya lələkvari parçalanmış, tüklənmədə sadə tüklər üstünlük təşkil edir ....10. *T. vulgare*
-Yarpaqları ikiqat və ya üçqat lələkvari, tüklənmədə ikiyə ayrılmış tüklər üstünlük təşkil edir ....1.*T. abrotanifolium*
24. Yalnız çox və ya az odunlaşmış qaidədə çox budaqlı olub, sıx çim əmələ gətirir 25
- Gövdələri sıx otlu, adətən qaidədən yuxarı budaqlanmışdır 26
25.Sarğının xarici yarpaqcıqları lansetvari-yumurtaşəkilli, kütləşmiş, kənarları enli zarla haşiyələnmişdir ....6. *T. dumosum*
- Sarğının xarici yarpaqcıqları yumurtavari əsasdan lansetvari, uzun sivriləşmş, zarlı haşiyəsizdir ....8. *T. tabrisianum*
26. Səbətlər (2)4-10(15) sayda gövdənin təpəsində sıx, qalxanvari çiçək qrupunda toplanmışlar......... ....3. *T. canescens*
- Səbətlər daha boş qalxanvari çicək qrupunda, adətən daha çox saydadır ....5. *T. duderanum*

Phylum. *Magnoliophyta*
Class. *Magnoliopsida – Dicotyledons*
Ordo. *Asterales*
Fam. *Asteraceae* Bercht. et J. Presl
Subfam. *Asteroideae* Lindley
Tribus. *Anthemideae* Cass.
Subtribus. *Anthemidinae* O. Hoffm.
Genus *Tanacetum* L.
Sect. 1. *Tanacetum*

1. *T. abrotanifolium* (L.) Druce, 1914, Rep. Bot. Exch. Club. Brit. Isl. 3: 425; Xandjyan, 2008, Конспект Фл. Кавк. 3(1):206. - *Achillea abrotanifolium* L., 1753, Sp. pl.:897. – *Tanacetum millefoliatum* Fisch. et C. A. Mey. 1838, Prodr. 6:128; Софиева, 1961, Фл. Азерб. 8:306; Цвелев, 1961, Фл. СССР, 26:348. - **Abrotan dağtərxunu.**

KQ mərkəzi və Naxçıvan dağlığının orta dağ qurşağından subalpa qədər çəmənlərdə və daşlı yamaclarda rast gəlinir. – "Şərq"dən ("in Oriente") təsvir olunmuşdur.

Coğrafi tipi – kserofil.

Typus: “Ex Oriente”, J.P.DE Tournefort, P-TOURN.! Tipi Londondadır.

2. *T. argyrophyllum* (C. Koch.) Tzvel., 1966, Список раст. Герб. Фл. СССР, 16:121; Xandjyan, 2008, Конспект Фл. Кавк. 3(1):206. - *Gymnocline argyrophylla* C. Koch, 1851, Linnaea. 24:340. - *Pyrethrum myriophyllum* C. A. Mey. 1831,Verz. Pfl. Casp. Meer.:74; Манденова, 1961, Фл. Азерб. 8:305. - **Saysızyarpaq dağtərxunu.**

KQ mərkəzi, Naxçıvan, Lənkəran dağlığı və Diabarın orta dağ qurşaqlarının quru yamaclarında yayılmışdır. Türkiyədən təsvir olunmuşdur.

Coğrafi tipi – kserofil.

Typus: “Im Gaue Artanudsh auf Kalk, C. 2500′ hoch, C.Koch” (?). Tipi Londondadır.

3. *T. canescens* DC. 1838, Prodr., 6:129; Софиева, 1961, Фл. Азерб. 8:307; Цвелев, 1961, Фл. СССР, 26:336; Xandjyan, 2008, Конспект Фл. Кавк. 3(1):207. – **Çal dağtərxunu**

Naxçıvan düzənliyinin aşağı və orta dağ qurşaqlarında yayılmışdır. Quru daşlı yamaclarda rast gəlinir. – İrandan təsvir olunmuşdur.

Coğrafi tipi - kserofil.

Typus: “Ad latera montium Seidchadzi, prov. Azerbeischan, 18 VI 1828, № 472b, Szovits” (G; isotyous-LE!). Tipi Cenevrədədir.

4. *T. chiliophyllum* (Fisch. et C. A. Mey. ex DC.) Sch.Bip. 1844, in Tanaceteen:47; Цвелев,

1961, Фл. СССР, 26:352; Xandjyan, 2008, Конспект Фл. Кавк. 3(1):207. - *Pyrethrum chiliophyllum* Fisch. et C. A. Mey. ex DC. 1838, Prodr. 6:59; Манденова, 1961, Фл. Азерб. 8:302; Цвелев, 1961, Фл. СССР, 26:352. – *P. sosnowskyanum* Grossh. 1934, Фл. Кавк. 4:132; Манденова, 1961, Фл. Азерб. 8:303. – *P. transcaucasicum* Sosn. 1933, Тр. Азерб. Отд. Закавк. фил. АН СССР, сект. бот. 1:46; Манденова, 1961, Фл. Азерб. 8:303. – *P. cheilanthifolium* Sosn. 1916, Изв. Кавк. Муз. 10:11; Манденова, 1961, Фл. Азерб. 8:304. – *P. longipedunculatum* Sosn. 1949, Зам.сист.геогр. раст. (Тбилиси), 15:6; Манденова,1961, Фл. Азерб. 8:305; Цвелев, 1961, Фл. СССР, 26:354. - **Çoxyarpaq dağtərxunu**

KQ şimalı, mərkəzi, cənubu və Naxçıvan dağlığının orta, yuxarı, subalp, alp dağ qursaqlarında qayalı yerlərdə və quru yamaclarda yayılmışdır. – Ermənistandan təsvir olunmuşdur.

Coğrafi tipi - kserofil.

Typus: “Karabagh, inter Ghierus et Basarchai № 323 Szowits” (LE!, cum isotypis (4), Photo – ERE!). Tipi Sankt-Peterburqdadır.

5. *T. duderanum* (Boiss.) Tzvel., 1961, Фл. СССР, 26:232; Xandjyan, 2008, Конспект Фл. Кавк. 3(1):206. - *Pyrethrum duderanum* Boiss., 1849, Diagn, Fl. Orient. 11:26. – **Duderan dağtərxunu.**

Talışın cənub hissəsində 1000-2500 m hündürlükdə daşlı və çınqıllı yamaclarda rast gəlinir. – Qafqaz. - İrandan təsvir olunmuşdur (Duder dağı).

Coğrafi tipi – qədim.

Typus: “In solo argilloso faucis Dudera montis Elburs, 8 VI 1843, № 266, Kotschy” (G; isotypis – LE!; photo – ERE!). Tipi Cenevrə, izotipi Sankt-Peterburqdadır.

6. *T. dumosum* Boiss. 1846, Diagn, Pl. Orient. 6:89; Xandjyan, 2008, Конспект Фл. Кавк. 3(1):207. - *T. tenuissimum* (Trautv.) Grossh. 1949, Опр. раст. Кавк.:462; Софиева, 1961, Фл. Азерб. 8:308; Цвелев, 1961, Фл. СССР, 26:355. - *Pyrethrum tenuissimum* Trautv. 1844,Тр. Петерб. бот. сада, 9, 1:392. - **Zərif dağtərxunu.**

Naxçıvan düzənliyində aranda və aşağı dağ qurşaqlarında quru daşlı yamaclarda rast gəlinir. – İrandan təsvir olunmuşdur.

Coğrafi tipi - kserofil.

Lectotypus (chandjian, hoc loco): “In cacuminal australi alpis Kuh-Delu, Kuh-Barchdschi, 22 VI 1842, № 561, T. Kotschy” (TBI!, photo – ERE!). Tipi Sankt-Peterburqdadır.

7. *T. pinnatum* Boiss. 1846, Diagn. Pl. Orient. 6: 90; Xandjyan, 2008, Конспект Фл. Кавк. 3(1):206. - *Pyrethrum tamrutense* Sosn. ex Grossh. 1934, Фл. Кавк., 4:131; Манденова, 1961, Фл.Азерб. 8:302. - **Tamrut dağtərxunu.**

KQ cənubunun orta dağ qurşağında qayalı yerlərdə rast gəlinir. – T.Kotschy-yə görə təsvir olunmuşdur.

Coğrafi tipi - kserofil.

Typus: “№ 923, Th. Kotschy” (G-BOISS; isotypus – P). Tipi Tiflisdədir.

8. *T. tabrisianum* (Boiss.) Grossh. 1949, Опр. раст. Кавк.:462; Софиева, 1961, Фл. Азерб.

8:307; Цвелев, 1961, Фл. СССР, 26:335. - *Pyrethrum tabrisianum* Boiss. 1875, Fl. Orient., 3:356. - **Təbriz dağtərxunu.**

Naxçıvan düzənliyi və Naxçıvan dağlığının aran və aşağı dağ qurşaqlarında quru ovulmuş yamaclarda rast gəlinir. – İrandan təsvir olunmuşdur.

Coğrafi tipi - kserofil.

Typus: "[N.W. Iran] Azerbaijan, ad Seidabad prope Tabris". Tipi Cenevrədədir.

9. *T. uniflorum* (Fisch. et C. A. Mey.) Sch.Bip. 1844, in Tanaceteen:48. - *Pyrethrum uniflorum* Fisch. et C. A. Mey. ex DC. 1838, Prodr. 6:60; Манденова, 1961, Фл. Азерб. 8:304; Цвелев, 1961, Фл. СССР, 26:356. – **Birçiçək dağtərxunu.**

Naxçıvan dağlığının aşağı və orta dağ qurşaqlarının quru yamaclarında rast gəlinir. – İrandan təsvir olunmuşdur.

Coğrafi tipi - kserofil.

Typus: "In apricis ad pedem montis Tschila Chana, distr. Khoi, prov. Aderbeidschan Persiae, № 323, Szovits" (LE!ж; isotypis – LE!, K; photo – ERE!). Tipi Sankt-Peterburqdadır.

10. *T. vulgare* L. 1753, Sp. pl. :844.- **Adi dağtərxunu**

KQ şimalında Göygöl rayonu Murovdağ dağının ətrafında orta dağ qurşağına qədər çəmənlərdə, kolluqlarda, çay və yol kənarlarında rast gəlinir. Qərbi Avropadan təsvir olunmuşdur.

Coğrafi tipi – boreal.

Typus: "in Hetruria, Narbona", Herb. Cliff. 398/3. Tipi Londondadır.

Sect. 2. *Pyrethrum* (Zinn.) Rchb.

11. *T. balsamita* L. 1753, Sp. pl. 2: 845. - *Pyrethrum balsamita* (L.) Willd., 1803, Sp. Pl., 3, 3:2153; Манденова, 1961, Фл. Азерб. 8:301; Цвелев, 1961, Фл. СССР, 26:196. – **Balzami dağtərxunu.**

KQ şimalı, mərkəzi və Naxçıvanın dağlıq həssəsinin subalp və alp dağ qurşaqlarının rütubətli və ya bataqlıqlaşmış çəmənlərində, dağdan axan çayların sahillərində rast gəlinir.– Şərqdən təsvir olunmuşdur.

Coğrafi tipi - kserofil.

Typus: "Europa, specimen cult". Tipi Londondadır.

12. *T. balsamitoides* Sch. Bip. 1844, in Tanaceteen:51. - *Pyrethrum balsamitoides* (Nabelek) Tzvel., 1961, Фл. СССР, 26:198. - *Chrysanthemum balsamitoides* Nabelek, 1925, Publ. Fac. Sci. Univ. Masaryk. 52:22. **- Balzamlı dağtərxunu.**

BQ şərq, qərb və Talışın subalp və alp dağ qurşaqlarının (2500 m. hündürlükdə) daşlı yamaclarında, çəmənlərində rast gəlinir. – Türkiyədən təsvir olunmuşdur.

Coğrafi tipi - boreal.

Typus: "In Kurdistaniae Turcicae districtu Hakkiari, in monte Kela Mame supra pagum Hoz, inter Hasitha et Sattak ad rupes calcar. Ca. 2600 m, 28 VII 1910, № 352, Nabelek" (BRNU). Tipi Brno (Çexiya) şəhərindədir.

13. *T. cinerariifolium* Sch. Bip. 1844, in Tanaceteen:58. – *Pyrethrum cinerariifolium* Trevis.1820, İndex Sem. Hort. Vratisl. App. II, 2; Манденова, 1961, Фл. Азерб. 8:292; Цвелев, 1961, Фл. СССР, 26:213. **- Dalmat dağtərxunu.**

Azərbaycanda becərilir.

Typus: Югославия ("in collibus saxosis Dalmatia").

14. *T. coccineum* (Willd.) Grierson, 1974, Notes Roy. Bot. Gard. Edinburgh, 33, 2:262; Xandjyan, 2008, Конспект Фл. Кавк. 3(1):2010. – *Chrysanthemum coccineum* Willd. 1803, Sp. Pl. 3, 3:2144. – *Pyrethrum roseum* (Adams) Bieb. 1808, Fl. Taur. – Caucas. 2:328; Манденова, 1961, Фл. Азерб. 8:292. – *P. carneum* Bieb. 1808, Fl. Taur. – Caucas. 2:325; Манденова, 1961, Фл. Азерб. 8:294. **- Qırmızı, çəhrayı dağtərxunu.**

BQ Quba sahəsi, şərqi, qərbi, KQ şimalı, mərkəzi və Naxçıvanın dağlıq sahəsinin subalp dağ qurşaqlarında yayılmışdır. Çəmənlərdə və subalpın hündürotluğunda rast gəlinir. – Gürcüstandan təsvir olunmuşdur.

Coğrafi tipi - qafqaz.

Typus: "In Ibera" (B-WILLD, photo – ERE!). Tipi Berlindədir.

15. *T. corymbosum* (L.) Sch.Bip. 1844, in Tanaceteen:57; Xandjyan, 2008, Конспект Фл. Кавк. 3(1):208. - *Chrysanthemum corymbosum* L. 1753, Sp. pl.:890. - *Pyrethrum corymbosum* (L.) Willd., 1804, Sp. pl., 3, 3:2155; Манденова, 1961, Фл. Азерб. 8:298; Цвелев, 1961, Фл. СССР, 26:232. **- Qalxanvari dağtərxunu.**

BQ Quba sahəsi, şərqi və qərbinin orta dağ qurşaqlarının kol cəngəlliklərində rast gəlinir. – Mərkəzi Avropa və Sibirin materiallarına görə təsvir edilmişdir.

Coğrafi tipi - boreal.

Typus: "in Thuringia, Bohemia, Helvetia, Sibiria", Herb, Linn, 1012/13. Tipi Londandadır.

16. *T. daghestanicum* (Boiss.) Chandjian, Xandjyan, 2008, Конспект Фл. Кавк. 3(1):2011.- *Chamaemelum daghestanicum* Boiss. 1875, Fl. Orient. 3:334. – *Pyrethrum daghestanicum* (Rupr. ex Boiss.) Rupr. ex Flerov et Manden. 1949, Бот. журн. 34:288; Манденова, 1961, Фл. Азерб. 8:295; Цвелев, 1961, Фл. СССР, 26:222. – **Dağıstan dağtərxunu.**

BQ Quba sahəsində subalp dağ qurşağının qayalı yerlərində rast gəlinir. Qafqaz endemikidir. – Dağıstandan təsvir olunmuşdur.

Coğrafi tipi - qafqaz.

Typus: "Dagestania australis, ad Djulti tschai Samuri, 21 VII 1869, Ruprecht" (LE!). Tipi Sankt-Peterburqdadır.

17. *T. kotschyi* (Boiss.) Grierson, 1975, Notes Roy. Bot. Gard. Edinburgh, 33, 3:435; Xandjyan, 2008, Конспект Фл. Кавк. 3(1):211. - *Pyrethrum kotschyi* Boiss. 1846, Diagn, Pl. Orient. 6:89; Манденова, 1961, Фл. Азерб. 8:290; Цвелев, 1961, Фл. СССР, 26:229. – *P. ordubadense* Manden. 1959, Бот. мат. (Ленинград), 19:358; Манденова, 1961, Фл. Азерб. 8:290; Цвелев, 1961, Фл. СССР, 26:230. - **Koçi dağtərxunu.**

Naxçıvanın dağlığının alp dağ qurşağının qayalı yerlərində rast gəlinir. – İrandan təsvir olunmuşdur.

Coğrafi tipi – boreal.

Typus: "In fissuris rupium regionum altiorum montis Kuh-Daena, 29 VII 1842, № 770, Kotschy" (G-BOISS; isotypi – BM, H, K, LE!; photo – ERE!). Tipi Cenevrədədir.

18. *T. leptophyllum* (Steven ex Bieb.) Sch.Bip. 1844, in Tanaceteen:48; Xandjyan, 2008, Конспект Фл. Кавк. 3(1):209. - *Pyrethrum leptophyllum* Steven ex Bieb. 1819, Fl. Taur. – Caucas., 3:580; Манденова, 1961, Фл. Азерб. 8:292; Цвелев, 1961, Фл. СССР, 26:211. – **Daryarpaq dağtərxunu.**

BQ Quba sahəsi, şərqi və qərbinin yuxarı və subalp dağ qurşaqlarının daşlı yamaclarında, qayalıqlarda və töküntülərdə rast gəlinir. Qafqaz endemikidir. – Azərbaycandan (Quba rayonu - Xınalıq kəndi) təsvir olunmuşdur.

Coğrafi tipi - kserofil.

Typus: "Chinalug" (LE!). Tipi Bakıdadır.

19. *T. macrophyllum* (Waldst. et Kit.) Sch.Bip. 1844, in Tanaceteen:53. – *Chrysanthemum macrophyllum* Waldst. et Kit. 1799-1802, Descr. İcon. Pl. Hung. 1:97. – *Pyrethrum macrophyllum* (Waldst. et Kit) Willd. 1803, Sp. Pl., 3, 3:2154; Манденова, 1961, Фл. Азерб. 8:302; Цвелев, 1961, Фл. СССР, 26:194. - **İriyarpaq dağtərxunu.**

BQ Quba sahəsi və KQ şimalının orta və subalp dağ qurşaqlarının hündürotluğunda, meşə talalarında rast gəlinir. – Macarıstandan təsvir olunmuşdur.

Coğrafi tipi – boreal.

Typus: Венгрия ("in sylvis croaticis ad viam carolinam, silavonicis montis Papuk, et banaticis ad thermas Herculis atque ad limites vallachiae"). Tipi Vena və ya Budapeştdədir.

20. *T. niveum* (Lag.) Sch.Bip. 1844, in Tanaceteen:56. – *Pyrethrum niveum* Lag. 1805, in ex ej. Gen. et sp. nov.: 30; Манденова, 1961, Фл. Азерб. 8:300. – *P. kubense* Grossh.1933, Тр. Азерб. Отд. Зак. Фил. АН СССР, сект. Бот., I:58; Манденова, 1961, Фл. Азерб. 8:301; Цвелев, 1961, Фл. СССР, 26:209. - **Qarvari dağtərxunu.**

BQ Quba sahəsi, qərbi, KQ şimalı, mərkəzi, cənubu, Naxçıvan, Lənkəran dağlığı və Diabarın orta, bəzən yuxarı dağ qurşaqlarında quru yamaclarda, yarımsəhra bitkisi kimi rast gəlinir. – Mədəni bitkidən təsvir olunmuşdur.

Coğrafi tipi - kserofil.

21. *T. parthenifolium* (Willd.) Sch.Bip. 1844, in Tanaceteen:56; Xandjyan, 2008, Конспект Фл. Кавк. 3(1):209. - *Pyrethrum parthenifolium* Willd. 1803, Sp. Pl., 3, 3:2156; Манденова, 1961, Фл. Азерб. 8:298; Цвелев, 1961, Фл. СССР, 26:203. - **Qızyarpaq dağtərxunu.**

Azərbaycanın bütün rayonlarında rast gəlinir. Orta, bəzən də yuxarı dağ qurşaqlarında rütubətli və kölgəli yerlərdə, çayların sahillərində, kolluqlar arasında, otlu yamacalrda yayılmışdır. - Avropadan təsvir olunmuşdur.

Coğrafi tipi - kserofil.

Typus: B-Willd. 16221, photo! No provenanee cited. Tipi Berlindədir.

22. *T. parthenium* (L.) Sch.Bip. 1844, in Tanaceteen:55. - *Pyrethrum divaricatum* (Sosn.) Sosn. 1949, Зам. по сист. и геогр. раст. Тбилисск. Бот ин-та, 15: 5; Манденова, 1961, Фл. Азерб.

8:300. - *P. grossheimii* Sosn. 1927, Beih. Bot. Centralbl., 44, 2:243; Манденова,1961, Фл. Азерб. 8:299. - *P. sevanense* Grossh. 1934, Фл.

Кавк. 4:137; Манденова, 1961, Фл. Азерб. 8:299; Цвелев, 1961, Фл. СССР, 26:207. – **Qız dağtərxunu.**

KQ şimalı, mərkəzi və Naxçıvan dağlığının orta və yuxarı dağ qursaqlarında qayaların çatlarında, daşlı yamaclarda rast gəlinir. – Ermənistandan (Sevan gölü ətrafi) təsvir olunmuşdur.

Coğrafi tipi - kserofil.

Typus: Europa (“in Europae”, Herb. Cliff. 416/3). Tipi Tiflisdədir.

23. ***T. punctatum*** (Desr.) Grierson, 1975, Notes Roy. Bot. Gard. Edinburg, 33, 3:435; Xandjyan, 2008, Конспект Фл. Кавк. 3(1):209. – *Matricaria punctata* Desr. 1792, in Lam, Encycl. Meth. Bot. 3:432. - *Pyrethrum punctatum* (Desr.) Bordz. ex Sosn. 1929, Журн. Русск. бот. общ, 14:83; Манденова, 1961, Фл. Азерб. 8:296; Цвелев, 1961, Фл. СССР, 26:215. – **Xallı dağtərxunu.**

KQ şimalı, mərkəzi və Naxçıvan dağlığının yuxarı və subalp dağ qurşaqlarının rütubətli, bataqlıqlı çəmənlərində rast gəlinir. Qafqaz endemikidir. – “Şərq”dən təsvir olunmuşdur.

Coğrafi tipi - kserofil.

Typus: (“Cette plante Croit naturellement dans le Levant”, P-Tourn. 4665, iso BM). Tipi Parisdədir.

24. ***T. sericeum*** (Adams) Sch.Bip. 1844, in Tanaceteen:59; Xandjyan, 2008, Конспект Фл. Кавк. 3(1):210. - *Crysanthemum sericeum* Adams, 1805, Beitz. Naturk. 1:69. – *Pyrethrum sericeum* (Adams.) Bieb. 1808, Fl. Taur. – Caucas, 2:323; Манденова, 1961, Фл. Азерб. 8:291; Цвелев, 1961, Фл. СССР, 26:237 - **İpəyi dağtərxunu.**

KQ mərkəzinin orta dağ qurşağında quru qayaların çatlarında rast gəlinir. – Gürcüstandan təsvir olunmuşdur.

Coğrafi tipi – qafqaz.

Lectotypus (Chandjian, 1995: 594): “*Chrysanthemum sericeum* mihi Adams” (LE!, cum isolectotypo). Tipi Sankt-Peterburqdadır.

25. ***T. silaifolium*** (Steven) Sch.Bip. 1844, in Tanaceteen:61. - *Pyrethrum silaifolium* Steven, 1838, in DC. Prodr. 6:57; Цвелев, 1961, Фл. СССР, 26:220. - *P.meyerianum* Sosn. 1931, Тр. геоб. обсл. пастб. Азерб. сер. А, в. 7:103; Манденова, 1961, Фл. Азерб. 8:294. – *Chamaemelum silaifolium* (Steven) Trautv. ex Grossh. 1934, Фл.Кавк. 4:128; Софиева, 1961, Фл. Азерб. 8:284. – **Kök dağtərxunu.**

BQ Quba sahəsində yuxarı və subalp dağ qurşaqlarında yamaclarda rast gəlinir. Qafqaz endemikidir. – Qafqazdan təsvir olunmuşdur.

Coğrafi tipi – qafqaz.

Typus: “Alp Caucaso orientalis, 1822, Steven” (H; isotypis – LE!). Tipi Helsinkidədir.

26. ***T. sorbifolium*** (Boiss.) Grierson, 1975, in Notes Roy. Bot. Gard. Edinburgh, 33(3):435; Xandjyan, 2008, Конспект Фл. Кавк. 3(1):208. – *Pyrethrum sorbifolium* Boiss. ex Boiss., 1875, in Fl. Orient. 3:343; Цвелев, 1961, Фл. СССР, 26:195. – **Üvəz (quşarmudu) yarpaq dağtərxunu.**

BQ şərqində yuxarı dağ qurşağının subalp çəmənlərində, meşələrdə və meşə talalarında rast gəlinir. – Türkiyədən təsvir olunmuşdur.

Coğrafi tipi - boreal.

Lectotypus (Chandjian, hoc loco): “In clivo Trapezuntino sylva Calia, № 119, Bourgeau” (LE!). Tipi Cenevrədədir.

27. ***T. zangezuricum*** Chandjian, 1982, Биол. Журн. Арм. 1:72. - *Pyrethrum komarovii* Sosn. 1945, Докл. АН Арм.ССР, 2, 4:119; Манденова, 1961, Фл. Азерб. 8:291. – **Zəngəzur dağtərxunu**

KQ şimalı, mərkəzi və Naxçıvanın dağlıq sahəsinin alp dağ qurşaqlarının qayalı yerlərində rast gəlinir. Qafqaz endemikidir. – Ermənistandan təsvir olunmuşdur.

Coğrafi tipi - qafqaz.

Typus: “Zangezur, in mont. Kaputjuch, 28 VII 1929, A. Schelkovnikov, E. Kara- Murza” (TBI!, photo-ERE!). Tipi Tiflisdədir.

ƏDƏBİYYAT

Əsgərov A.M. (2016) Azərbaycanın bitki aləmi. Bakı: TEAS Press Nəşriyyat evi, 444 s.

Бойко Э.В. (2020) Ультраскульптура поверхности и некоторые анатомо-морфологические характеристики семянок полыни. *Тр. международ. конф. по анатомии и морфологии растений*. Санкт- Петербург, 2002, с.12.34.

Гроссгейм А.А. (1936) Анализ флоры Кавказа. Тифлис, 252 с.

Конспект флоры Кавказа (2008) Санкт-Петербург – Москва, **III(I):** 469 с.

Портениер Н.Н. (2012) Флора и ботаническая география Северного Кавказа. Москва, 294 с.

Растительные ресурсы СССР (1993) Цветковые растения, их химический состав,

использования. Семейство *Asteraceae* (*Compositae*). СПб., 350 с.

Флора Азербайджана (1961) Баку: АН Азерб. ССР, **VIII:** 689 с.

Флора СССР (1961) М.-Л.: АН СССР, **XXVI:** 938 с.

Черепанов С.К. (1995) Сосудистые растения России и сопредельных государств (в пределах бывшего СССР). СПб: Мир и семья, 992 с.

Briquet J. (1916) Études carpologiques sur les genres de composées *Anthemis, Ormenis* et *Santolina*. – Annuaire Conserv. *Jard. Bot. Genève*, **18-19:** 257-313.

Briquet J. (1930) Carpologie du genre Crupina. *Candollea*, **4:** 241-278.

Giroux M. (1930) Sur la carpologie de quelques Composees nord-africaines. *Bulletin de la Soci3te d'Histoire Naturelle de l'Afrique du Nord,* **21:** 161-189.

Kynclová M. (1970) Comparative morphology of achenes of the tribe *Anthemideae* Cass. (Family *Asteraceae*) and its taxonomic significance. *Preslia*, **42:** 33-53.

Lavialle P. (1912) Recherches sur le developpement de l'ovaire en fruit chez les Composées. *Ann Sc. Nat. Bot.*, **t. 15(9 Serie):** 39-151.

Reitbrecht F. (1974) Fruchtanatomie und Systematik der *Anthemideae (Asteraceae)*. Ph.D. Thesis. University of Viena, 160 s.

Schultz Bipontinus C.H. (1860) Ueber die *Tanaceteen* mit besonderer Berucksichtigung der Deutschen Arten. Festgabe Jubil. Dr. Koch. – 1844. *Bonplandia*, p. 1–369.

О роде *Tanacetum* L. (*Asteraceae*) во флоре Азербайджана

С.Д. Мустафаева, Т.А. Касумова, З.С. Алиева

Институт ботаники НАН Азербайджана, Баку, Азербайджан

Критически пересмотрен состав распространенных в Азербайджане родов *Tanacetum* L. и *Pyrethrum* Zinn. Установлено, что все виды рода *Pyrethrum* переведены в состав рода *Tanacetum* и в настоящее время род *Tanacetum* в Азербайджане представлен 27 видами, относящимися к 2 секциям. Приводится новый ключ для определения азербайджанских видов рода *Tanacetum* и их краткий обзор.

Ключевые слова: *Tanacetum, Pyrethrum, виды, ключ*

About the genus of *Tanacetum* L. (*Asteraceae*) in the flora of Azerbaijan

S.J. Mustafayeva, T.A. Gasumova, Z.S. Aliyeva

Institute of Botany, Azerbaijan National Academy of Sciences, Baku, Azerbaijan

Structure of the *Tanacetum* L. and *Pyrethrum* Zinn. genera in Azerbaijan has been critically revised. It was found that all of the *Pyrethrum* species were transformed to the *Tanacetum* genus, which is represented by 27 species belonging to 2 sections. A new key has been proposed to determine the *Tanacetum* species and they have been briefly reviewed.

Keywords: *Tanacetum, Pyrethrum, species, determination key*

Həyat elmləri və biotibb jurnalı, cild 74, №2, səh. 28-32 (2019)

Исследование флавоноидов бузины травянистой (*Sambucus ebulus* L.)

М.Б. Зульфугарова

Азербайджанский государственный медицинский университет, Бакиханов 23, Баку AZ1022, Азербайджан; E-mail: z_mehriban@hotmail.com;
Принято к печати: 20.12.2019

Исследован качественный состав и количественное содержание флавоноидов в листьях, цветках и корнях бузины травянистый, собранной в 2019 году в фазе полного цветения растения в селе Мухах Закатальского района Азербайджана. Установлено, что различные органы растения отличаются по составу и содержанию флавоноидов. Листья отличаются высоким содержанием флавоноидов (1,8% от воздушно – сухого веса) и компонентным составом (6 компонентов). Из растений выделены 4 флавоноида, которые идентифицированы как кверцетин, изорамнетин, рутин и нарциссин.

Ключевые слова: *Бузина травянистая, органы, флавоноиды, хроматография, спектроскопия.*

ВВЕДЕНИЕ

Род бузина *Sambucus* L. относится к семейству Адоксовые (Adoxaceae) и насчитывает 25 видов, распространенных в умеренных и субтропических областях Земного шара (Jacob et al., 2010). В Азербайджане произрастает 2 вида бузины: бузина черная (*S. nigra* L.) и бузина травянистая (*S. ebulus* L.), которые встречаются во всех ботанико-географических районах. Наибольшее распространение и достаточный запас имеет бузина травянистая.

Бузина травянистая издавна широко использовалась в народной медицине. Полученные из различных органов бузины настойки обладают обезболивающим, противовирусным, жаропонижающим, отхаркивающим, противогрибковым, противодиуретическим действием, используются при желудочно-кишечных расстройствах, заболеваниях почек и легких, ревматизме, артрите, а также в качестве противовоспалительного средства при обработке ран, укусов змей и насекомых (Jabbari et al., 2017), кроме того при лечении экземы, инфекционных болезнях являются эффективными средствами в профилактике и лечении злокачественных новообразований (Schwaiger et al., 2011), обладают капиляроукрепляющим, гормональным, антисклеротическим, антиканцерогенным, антибактериальным, гипотензивным, антиоксидантным (Duymus et al., 2014) действиями.

В химическом составе различных органах бузины травянистой обнаружено наличие антоцианов, флавоноидов, стеринов, таннинов, сердечных гликозидов, витаминов, минеральных веществ, фитостеринов тритерпенов, пектинов (Jabbari et al., 2017; Ebrahimzadeh et al., 2009).

Несмотря на значительное количество литературных данных по изучению биологические активных веществ бузины травянистой, очень мало данных по данному растению, произрастающей в Азербайджане, особенно касающихся качественного состава и количественного содержания флавоноидов растения. Учитывая широкое распространение растения и мало изученность в Азербайджане, с целью обнаружения новых источников флавоноидов, целесообразно было исследовать состав и содержание флавоноидов в различных органах бузины травянистой.

Цель исследования – установление качественного состава и количественного содержание флавоноидов в различных органах бузины травянистой.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Материалом исследования служили различные органы вида *Sambucus ebulus* L. Расти-

тельный материал был собран в начале периода цветения (2019 г.) в окрестностях с. Мухах Закатальского района.

Высушенное и измельченное сырье исчерпывающе экстрагировали этанолом на водяной бане при температуре 70ºC. Обьединенные извлечения упаривали под вакуумом до небольшого объема. Упаренный экстракт разбавляли водой и последовательно обрабатывали хлороформом, эфиром, этилацетатом и н-бутанолом. Качественный состав изучали методами одно- и двумерной хроматографии на бумаге (Wathman-3, FN-11, FN-16) и на «Silufol» в следующих системах растворителей I – БУВ (4:1:2); II – 15%-ная уксусная кислота; III – уксусная кислота-муравьиная кислота-вода (10:2:3); IV – хлороформ-уксусная кислота (3:2); V – этилацетат-пиридин-вода (2:1:2); VI – н-гексан-бензол-метанол (5:4:1). Предварительный компонентный состав установили хроматограммами и различными реагентами (Бандюкова и Шинкаренко, 1972). Индивидуальные флавоноиды получили методом колоночной хроматографии. Количественное содержание флавоноидов определяли спектрофотометрическим методом (Енденова и Анцупова, 2014).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В результате двумерной хроматографии на бумаге спиртового экстракта в системах I и II в листьях установлено 9, в цветках 6, в корнях 4 веществ фенольной природы. Из них в листьях обнаружено 6, цветках 5, корнях 2 компонента флавоноидной природы.

В результате препаративной бумажной хроматографии из эфирного извлечения выделили 2, колоночной хроматографией на полиамиде из этилацетатного извлечения 2 индивидуальных флавоноида и условно обозначили их как вещества А, Б, В, Г. Все вещества после трехкратной перекристаллизации в метаноле на бумажной и ТС хроматографиях в различных системах растворителей сохраняли четкую и неизменную Rf, что свидетельствует об их индивидуальности.

Вещество А – желтые игольчатые кристаллы, легко растворимые в этаноле, метаноле, диметилформиде, слабо в эфире, не растворимые в петролейном эфире, хлороформе и воде. Температура плавления 309 -310°C (из этанола). В УФ – спектре (в нм): $\lambda_{мах}$ 254, 306*. 374 (2 x10^{-5} моль раствор в 96-% - ном этаноле); + CH_3COONa: 270, 390; + CH_3COONa + H_3BO_3: 260, 390; C_2H_5COONa: 250, 320; + $AlCl_3$: 270, 420; + $AlCl_{3+}$ HCl: 265, 430. Батохромный сдвиг с ионизирующими и комплексообразующими реагентами указывает на наличие свободных гидроксильных групп в положениях 3,5,7, 3' и 4'. При щелочной деструкции образует флороглюции и протокатеховую кислоту. По данным хроматограммы, УФ спектра, щелочной деструкции и литературным данным (Marby et al., 1970) вещество А идентифицировано как 3,5,7, 3' и 4'- пентагидроксифлавон (кверцетин) (рис.1).

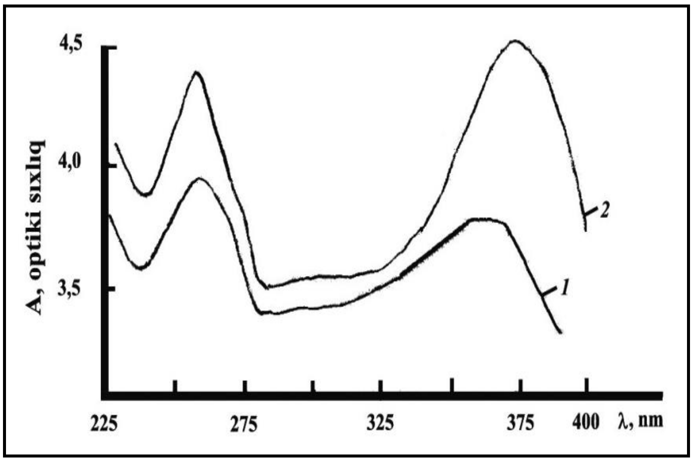


Рис. 1. УФ спектр 3,5,7, 3' и 4'- пентагидроксифлавон (кверцетин).

Вещество Б. Кристаллы в виде игл желтого цвета, с т.пл. 300-303°С (из метанола). В УФ – спектре (в нм): $λ_{мах}$ 254, 305*. 371; + CH_3COONa: 254, 325**, 379; + CH_3COONa + H_3BO_3: 253, 371; C_2H_5ONa: 245, 300*, 245; с $ZnOCl_3$: 270, 395; + $ZnOCl_2$+ лимонная кислота: 252, 420. Вещество Б с аммиаком дает желтую окрасу, вскоре бледнеющую, при цианидиновой пробе розовую, с $ZnOCl_2$ – желтую окрасу, не исчезающую при добавлении лимонная кислоты, с $FeCl_3$ – розовую. Все это свидетельствует о наличии сводобных гидроксильных групп в положениях C_5, C_7, C_4. В продуктах щелочной деструкции обнаружены флороглюцин и ванилиновая кислота. Результаты проведенных анализов позволили придти к выводу, что вещество Б идентично с 3,5,7, 4'-тетрагидрокси-3'-метоксифлавоном (изорамнетин).

Вещество В – бледно–желтые игольчатые кристаллы, хорошо растворимые в этаноле, метаноле, слабо в бензоле, ацетоне, воде, не растворимые в серном эфире. Температура плавления 178 -180°С. В УФ – спектре (в нм): $λ_{мах}$ 258, 306*. 360 + CH_3COONa: 267, 328*, 380; + CH_3COONa + H_3BO_3: 265, 383; C_2H_5ONa: 273, 332*, 412 + $ZnOCl_3$: 272, 421; + $ZnOCl_2$ + лимонная кислота: 263, 305*, 360. Сдвиги, которые появляются при добавлении ионизирующих и комплексообразующих реагентов, указывают на присутствие свободных гидроксильных групп при 5,7, 3' и 4' положениях (Jurd, 1962; Mabry et al., 1970).

При кислотном гидролизе с 5% - ной серой кислотой в гидролизате обнаружен агликон, который по значениям Rf, окраске пятен на хроматограммах, после проявления соответствующими реактивами, совпадает с веществом А, а сахар с D – глюкозой и L-рамнозой. Процентное соотношение агликона (48%) указывает на то, что вещество В является биозидом.

На основании хроматограммы, УФ спектров, кислотных гидролизов и сравнения их с литературными данными (Jurd, 1962). вещество С охарактеризовали как кверцетин-3-О-β-глюкопиранозил – 6 -1- L (рис. 2).

Вещество Г – кристаллизуется из водного метанола в виде игл светло-желтого цвета. Т. пл. 178 -180°С $λ_{мах}$ 258, 306*. 360 (в этаноле). При гидролизе 5% -ной серной кислотой в 50% - ном этоноле выход агликона 40. Агликон по продуктам щелочной деструкции, данным хроматографического сравнения, а также по результатам УФ-спектров идентифицирован как 5,7,3'- и 4'-тетрагидрокси-3'-метоксифлавон (изорамнетин). В гидролизате установили D-глюкозу и L-рамнозу. Коричневая флуоресценция пятна на хроматограмме в УФ свете и положительная реакция на лимонно-циркониевую реактив показывает, что сахарный остаток связан с агликоном в C_3 положении. Батохромный сдвиг максимума длинноволновой полосы поглощения в CH_3COONa на 12 нм по сравнению с таковыми в этаноле указывает на отсутствие замещения в C_7 положении (Jurd, 1962).

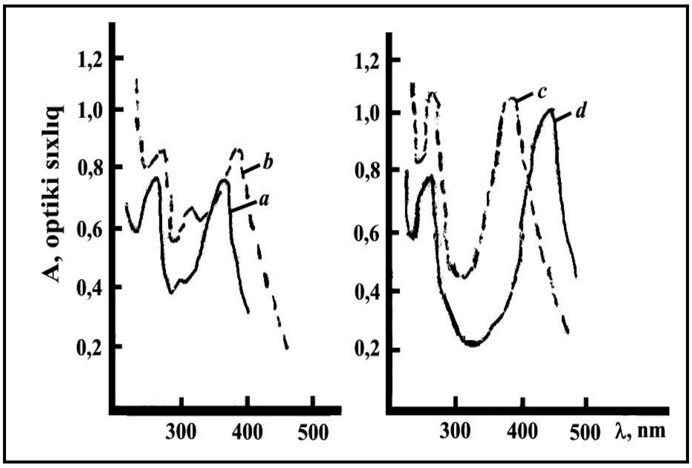


Рис. 2. УФ спектр кверцетин-3-О-β-глюкопиранозила.

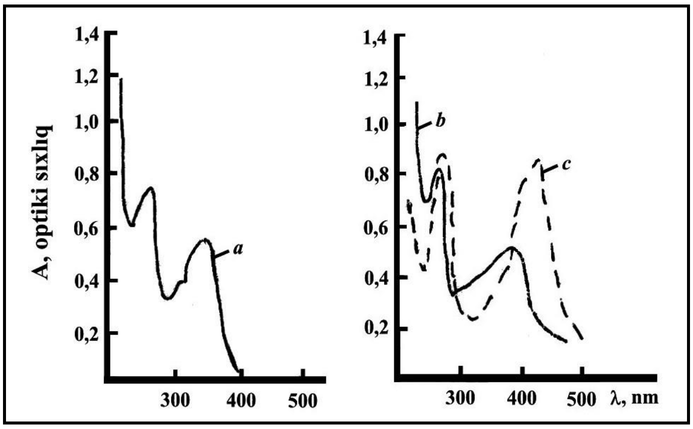


Рис. 3. УФ спектр 3-гидрокси метоксифлавон β-рутинозида.

На основании данных хроматографии, УФ спектров, кислотных гидролизов и сравнения их с литературными данными вещество Г идентифицирован как 5,7, 4' - три гидрокси - 3' - метоксифлавон -3- О –β- рутинозид (рис.3).

Основными компонентами всех исследованных органов бузины травянистой являются рутин и нарциссин. Результаты исследования различных органов бузины травянистой показало, что они отличаются по содержанию флавоноидов. Наибольшее количество флавоноидов отмечено в листьях (1,82%) и цветках (1,23%), а наименьшее в корнях (0,23% от воздушно-сухого веса). Содержание флавоноидов в листьях и цветках показывает, что листья и цветки бузины травянистой могут стать источником сырья для получения флавоноидных препаратов.

Таким образом, на основании результатов исследования состава и содержания флавоноидов храмато–спектрофотометрическим методом выявлено, что листья богаты как содержанием (1,8%), так и качественный составом компонентов (6 компонентов). По содержанию (1,23%) и компонентому составу (4 компонента) цветки мало отличаются от листьев. Выявленными доминирующими компонентами являются рутин и нарциссин.

Можно сделать вывод, что наличие в листьях и цветках значительного количества таких биологически активных веществ, как рутин и нарциссин, обладающих антиоксидантной, антиканцерогенной, противовосполительной, противоскелоритической активностью служит предпосылкой для создания лекарственного средства и пищевых добавок на основе бузины травянистый.

ЛИТЕРАТУРА

Бандюкова В.А., Шинкаренко А.А. (1972) Качественный анализ флавоноидов в растительном материале при помощи хроматографии на бумаге (*методические рекомендации*). Пятигорск, 24 с.

Ендонова Г.Б., Анцупова Т.П. (2014) Методика количественного определения суммарного содержания флавоноидов в надземной части гвоздики разноцветной (*Dianthus versicolor* Fisch.). *Вестник Восточно-Сибирского государственного университета технологий и управления* (Улан-Удэ), **№1:** 89-92.

Duymus H.G., Goger F., Baser K.H.C. (2014) In vitro antioxidant properties and anthocyanin compositions of elderberry extracts. *Food Chem.*, **155:** 112-119.

Ebrahimzadeh M.A., Ehsanifar S., Eslami B. (2009) *Sambucus ebulus elburensis* fruits: A good source for antioxidants. *Pharmacol. Mag.*, **4(19):** 213-218.

Jabbari M., Daneshfard B., Emtiazy M., Khiveh A., Hashempur M.H. (2017) Biological effects and clinical applications of dwarf elder (*Sambucus ebulus* L): A review. *Journal of Evidence-Based Complementary & Alternative Medicine*, **22(4):** 996–1001.

Jacob B., Huysmans S., Smet E. (2010) Evolution and systematic value of fruit and seeds characters in *Adoxaceae* (*Dipsacales*). *Taxon*, **59(3):** 850-866.

Jurd L. (1962) Spectral properties of flavonoid components: chemistry of flavonoids compounds. *In: T.A.Geismann (ed.) The chemistry of flavonoid compounds.*

Mabry T.I., Markham K.R., Thomson M.B. (1970) The systematic identification of flavonoids. Berlin-Heidelberg-N. Y., 345 p.

Schwaiger S., Zeller I., Polzelbauer P., Frotschnig S., Laufer G., Messner B., Pieri V., Stuppner H., Bernhard D. (2011) Identification and pharmacological characterization of the antiinflammatory principal of the leaves of dwarf elder (*Sambucus ebulus* L.). *J. Ethnopharmacol.*, **133:** 704-709.

Otvarı gəndəlaşın (*Sambucus ebulus* L.) flavonoıdlərının tədqiqi

M.B. Zülfiqarova

Azərbaycan Tibb Universiteti, Bakı, Azərbaycan

Azərbaycan Zaqatala rayonunun Muxax kəndindən kütləvi çiçəklənmə fazasında toplanmış Otvari gəndəlaşın yarpaq, çiçək və kökünün flavonoidlərinin keyfiyyət tərkibi və miqdarı tədqiq edilmişdir. Müəyyən edilmişdir ki, bitkinin müxtəlif orqanları flavonoidlərinin keyfdiyyət tərkibi və miqdarına görə fərqlənirlər. Flavonoidlərinin keyfdiyyət tərkibi və miqdarına yarpaqlarda üstünlük təşkil edir (6 komponent və 1.8%). Bitkidən 4 flavonoid fərdi halda alınmış və onlar kversetin, izoramnetin, rutin və narsisin kimi identifikasiya edilmişdir.

Açar sözlər: *Otvari gəndalaş, organlar, flavonoidlər, xromatoqrafiya, spektroskopiya*

Study of flavonoids of dwarf elderberry (*Sambucus ebulus* L.)

Mehriban B. Zulfugarova

Azerbaijan Medical University, Baku, Azerbaijan

The qualitative composition and content of flavonoids in the leaves, flowers and roots of dwarf elderberry collected in 2019 in the phase of full flowering in the village of Mukhakh of the Zakatala region of Azerbaijan were studied. It has been established that various plant organs differ in the composition and content of flavonoids. The leaves are characterized by a high content of flavonoids (1.8% air-dry weight) and component composition (6 components). Four identified flavonoids were isolated from plants and they were identified as quercetin, isoramnetin, rutin and narcissin.

Keywords: *Dwarf elderberry, organs, flavonoids, chromatography, spectroscopy*

Həyat elmləri və biotibb jurnalı, cild 74, №2, səh. 33-41 (2019)

Azərbaycanın Xəzər sahili bitkiliyində rast gəlinən paxlalı bitkilər və onların təsərrüfat əhəmiyyəti

E.M. Qurbanov, Z.C. Məmmədova*

*Bakı Dövlət Universiteti, Z.Xəlilov, 23, Bakı AZ1148, Azərbaycan; *E-mail: zulfiyya_m@rambler.ru*
Çapa qəbul edilmişdir: 25.10. 2019

Aparılan ekoloji-geobotaniki tədqiqatlar zamanı Azərbaycanın Xəzər sahili ərazisində qış otlaq sahələrində əsasən təbii yem mənbəyini təşkil edən səhra və yarımsəhra bitkilik tiplərində paxlalı bitkilərin üstünlüyü ilə rast gəlinən fitosenozlar qeydə alınmış, 2 bitkilik tipi, 4 formasiya sinifi, 4 formasiya qrupu və 5 assosiasiya üzrə təsnifat sxemi hazırlanmış, "Azərbaycanın təbii bitkiliyində paxlakimilərin əmələ gətirdiyi bəzi fitosenozların ekoloji-geobotaniki xəritəsi" tərtib edilmişdir.

Açar sözlər: *Səhra, fitosenoz, formasiya, dominant, subdominant*

GİRİŞ

Azərbaycanın Xəzər sahili ərazisində qeydə alınan bitki örtüyü əsasən torpaq, ekoloji və hidroloji şəraitdən asılı olaraq formalaşır. Regionda torpaq-iqlim və s. ekoloji amillərin müxtəlifliyindən asılı olararaq paxlalı bitkilərin digər bitkilərlə əmələ gətirdiyi bir cox fitosenozlar formalaşmışdır. Bu fitosenozlar heyvandarlığın, xüsusilə köçəri qoyunçuluğun yem mənbəyi kimi istifadə olunur.

Xəzər sahili ərazidə rast gəlinən bitkiliklərin yayıldıqları torpaqlarda meliorativ tədbirlər həyata keçirməklə həmin regionlarda kənd təsərrüfatı və sənaye əhəmiyyətli bitkilərin əkilib becərilməsi üçün əlverişli şərait yaratmaq mümkündür. Onu da qeyd etmək lazımdır ki, Azərbaycanda yarımsəhra və şorangəli səhra bitkiliyinin rast gəlindiyi Xəzər sahili sahələr kənd təsərrüfatının o cümlədən heyvandarlığın inkişafında xüsusi əhəmiyyət kəsb edir. Səhralara nisbətən yarımsəhralarda rütubətin qismən çox olması ilə əlaqədar olaraq efemerlər və efemeroidlər bolluq təşkil edirlər. Yarımsəhra ərazilərində kserofit kollar, yarımkollar və kolcuqların sayı səhralara nisbətən azdır. Bitki örtüyü də torpaq-iqlim, ekoloji və digər amillərdən həmçinin hidroloji şəraitdən asılı olararaq formalaşa və ya dəyişə bilir (Qurbanov və b., 2009; Qurbanov və b., 2010; Сафронова, 2000). Relyefin belə müxtəlifliyi əsasən paxlalı bitkilərin üstünlüyü ilə qeydə alınan fitosenozların rəngarəngliyinə də zəmin yaradır (Qurbanov və b., 2013). Tədqiqatlar zamanı müəyyən edilmişdir ki, Xəzər sahili ərazidə rast gəlinən bitkilik tiplərində paxlalı bitkilərin digər bitkilərlə əmələ gətirdiyi fitosenozların məhsuldarlığının dinamikası və yem keyfiyyəti yuxarıda qeyd edildiyi kimi iqlim-torpaq (edafik) və antropogen amillərin bilavasitə təsirləri, həmçinin əsas yem bitkilərinin bioekoloji xüsusiyyətlərindən asılı olaraq dəyişir. Azərbaycanın Xəzər sahili bitkiliyində rast gəlinən paxlalı bitkilərin əmələ gətirdikləri fitosenozların öyrənilməsi, qış otlaqlarından düzgün istifadə edilməsində, ekoloji-geobotaniki tədqiqatların aparılmasında mühüm əhəmiyyət kəsb edir.

MATERİAL VƏ METODLAR

Tədqiqatın obyekti 2008- 2018-ci illərdə Xəzər sahili ərazidə səhra və yarımsəhra bitkilik tiplərində rast gəlinən paxlalı bitkilər və onların əmələ gətirdikləri fitosenozların öyrənilməsi olmuşdur. Bu fitosenozlar əsasən quru-subtropik və yarımsəhra zonasına aid olan boz, boz-qonur, həmçinin şoran, allüvial-çəmən və çəmən-bataqlıq tiplərinə aid torpaqlarda yayılmışdır.

Xəzər sahili ərazidə dənizkənarı qumsal səhra, halofitli səhra, çala-çəmən, su-bataqlıq və s. bitkiliklər mövcuddur (İbadullayeva, 2011; Гурбанов, 2004). Ərazidə təbii qış otlaq sahələrində ən geniş arealda səhra və yarımsəhra bitkiliyi inkişaf etmişdir. Bu bitkilik tipləri əsasən kserofit kollar, yarımkollar, kolcuqlar, yarımkolcuqlar, çoxillik,

ikiillik və birillik otlardan təşkil olunmuşdur (Qurbanov və b., 2012; Qurbanov, 2018).

Respublikamızda təbii qış otlaqlarının yaxşılaşdırılması ilə əlaqədar, o cümlədən yarımsəhra və səhra bitkilərinin florostik və geobotaniki tədqiqatlarına dair məlumatlara (Hacıyev və b., 1995; Алиев и др., 1965; Исаев, 1957; Маилов и др., 1984; Агаджанов, 1967; Qurbanov və b., 2010; Qurbanov və b., 2011; Qurbanov və b., 2012; Гурбанов, 2004; İbadullayeva, 2011; Şükürov və b., 2008) rast gəlinir.

Aparılan geobotaniki və florostik tədqiqatlar zamanı paxlalı bitkilərin üstünlüyü ilə qeydə alınan fitosenozlarda rast gələnən bitkilərin o cümlədən nadir və nəsli kəsilməkdə olan növlərin sistematik taksonlar üzrə təyin edilməsində, həyati formaların öyrənilməsində ekoloji-geobotaniki, o cümlədən bir çox metodlardan istifadə edilmişdir (Azərbaycan Respublikasının Qırmızı Kitabı, 2013; Əsgərov, 2011; Əsgərov, 2016; Полевая геоботаника, 1959-1976; Флора Азербайджана, 1950-1961; Cerepanov, 1995).

NƏTİCƏLƏR VƏ ONLARIN MÜZAKİRƏSİ

Antropogen və zoogen faktorların təsirindən asılı olaraq son dövrlərdə Xəzər sahili ərazidə səhra və yarımsəhra bitkilik tiplərinin botaniki tərkibi və quruluşunda dəyişikliklər baş vermişdir. Belə ki, ərazidə rast gəlinən bir çox fitosenozların məhsuldarlığı, yem keyfiyyəti aşağı düşmüş, otlaq tutumu azalmış, o cümlədən əsas yem bitkilərinin arealı seyrəkləşmiş, əksinə zərərli və zəhərli bitki növlərinin bolluğu artmışdır (İbadullayeva, 2011; Məmmədova, 2011).

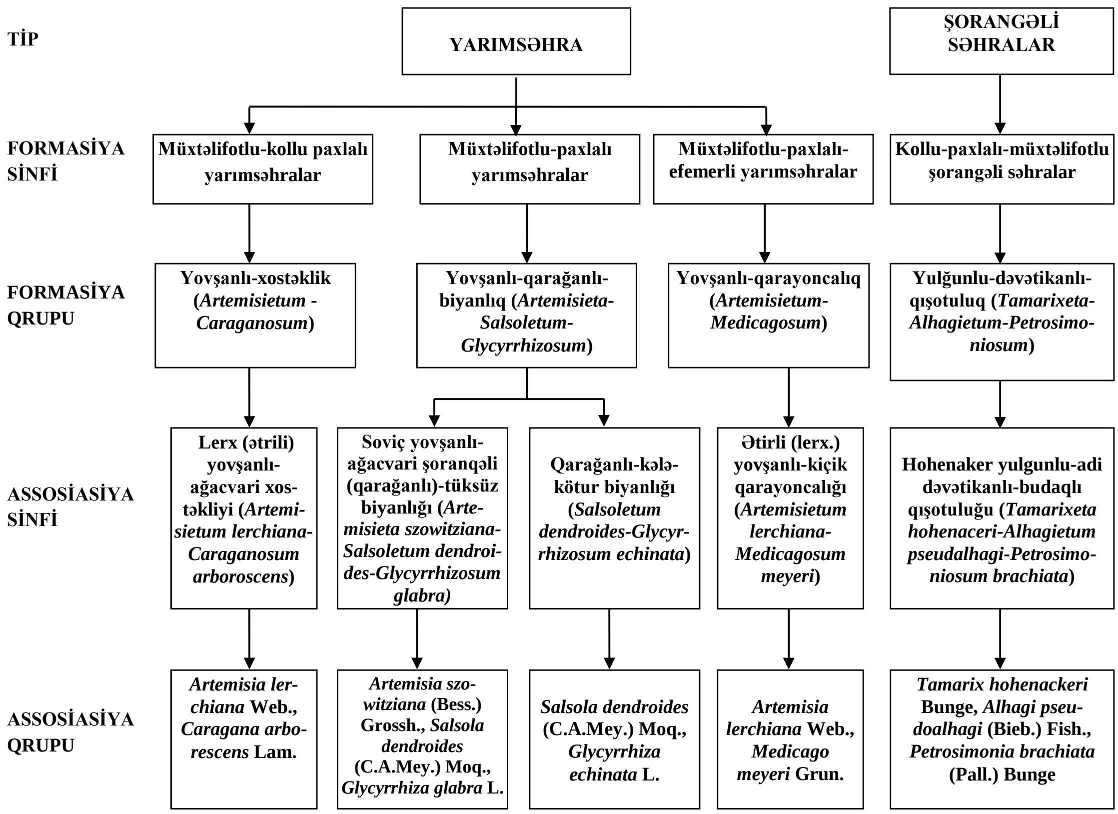
Dənizkənarı qumsal səhra, halofitli səhra, yarımsəhra və çala- çəmən fitosenozlarında qeydə alınmış birillik və çoxillik paxlalı bitkilər çox qiymətli yem bitkiləri olub, qış otlaqlarının əsasını təşkil edirlər. Belə paxlalı bitkilərə kiçik qarayonca (*Medicago meyeri* Grun., adi dəvətikanı (*Alhagi pseudalhagi* (Bieb.) Fisch.), tüksüz biyan (*Glycyrrhiza glabra* L.), kələkötür biyan (*G.echinata* L.), Bakı gəvəni (*Astragalus bakuense* Bunge.), odlu gəvən (*Astragalus igniarius* M.Pop.), Xəzər gəvəni (*Astragalus caspica* Bieb.*)* və s.misal ola bilər.

Tədqiqat zamanı Azərbaycanın Xəzər sahili bitkiliyində paxlalı bitkilərin xüsusən qış otlaqlarında yem əhəmiyyətli digər bitkilərlə əmələ gətirdikləri fitosenozlar, onların təsərrüfat əhəmiyyəti nəzərə alınmaqla 2 bitkilik tipi (yarımsəhra və şorangəli səhra), 4 formasiya sinifi, 4 formasiya qrupu və 5 assosiasiya müəyyənləşdirilmiş və təsnifat sxemi hazırlanmışdır (şəkil 1).

Yarımsəhra fitosenozunda müxtəlifotlu-kollu paxlalı yarımsəhralar, müxtəlifotlu- paxlalı yarımsəhralar, müxtəlifotlu- paxlalı- efemerli yarımsəhralar, şorangəli səhralar fitosenozunda isə kollu-paxlalı-müxtəlifotlu şorangəli səhralar sinfi aşkar olunmuşdur.

Təsnifat sxemindən aydın olur ki, yarımsəhra bitkilik tipində müxtəlifotlu-kollu paxlalı yarımsəhralar formasiya sinifinə aid olan yovşanlı-xostəklik (*Artemisietum - Caraganosum*) formasiya qrupu və bura aid lerx (ətirli) yovşanlı – ağacvari xostəkliyi (*Artemisietum lerchiana – Caraganosum arborescens*) assosiasiyası, müxtəlifotlu- paxlalı yarımsəhralar formasiya sinifinə xas yovşanlı-qarağanlı-biyanlıq (*Artemisieta-Salsoletum-Glycyrrhizosum*) formasiya qrupu və bu qrupa aid soviç yovşanlı-ağacvari şorangəli (qarağanlı)-tüksüz biyanlığı (*Artemisieta szowitziana-Salsoletum dendroides-Glycyrrhizosum glabra*) və qarağanlı-kələkötür biyanlığı (*Salsoletum dendroides-Glycyrrhizosum echinata*) assosiasiyaları, müxtəlifotlu – paxlalı- efemerli yarımsəhralar formasiya sinifinə aid isə yovşanlı – qarayoncalıq (*Artemisietum – Medicagosum*) formasiya qrupu və ətirli yovşanlı – kiçik qarayoncalığı (*Artemisietum lerchiana-Medicagosum meyeri*) assosiasiyası müəyyən edilmişdir. Şorangəli səhralar bitkilik tipində isə kollu-paxlalı-müxtəlifotlu şorangəli səhralar formasiya sinifinə xas yulğunlu-dəvətikanlı-qışotuluq (*Tamarixeta–Alhagietum–Petrosimoniesum*) formasiya qrupu və Hohenaker yulğunlu – adi dəvətikanlı-budaqlı qışotuluğu (*Tamarixeta hohenackeri – Alhagietum pseudalhagi – Petrosimoniosum brachiata*) assosiasiyası müəyyən edilmişdir.

Tədqiqat zamanı **yovşanlı-xostəklik (*Artemisietum - Caraganosum*)** formasiyası boz torpaqlarda kollu örüşlərdə qeydə alınmışdır (cədvəl 1). Bu fitosenozun növ tərkibində 22 növ bitkiyə rast gəlinmişdir.



Şəkil 1. Azərbaycanın Xəzər sahili bitkiliyində paxlalı bitkilərin üstünlüyü ilə rast gəlinən fitosenozların təsnifat sxemi.

Bunlardan həyatı formalarına görə 3 növ (13,6%) kollar, 1 növ (4,5%) yarımkol, 8 növ (36,4%) çoxillik, 1 növ (4,5%) ikiilik və 9 növ (40,9%) birillik otlara aiddir. Ekoloji qruplar üzrə analizə görə isə 17 növ (77,3%) kserofitlər, 3 növ (13,6%) mezokserofitlər və 2 növ (9,1%) mezofit-lərə aid edilmişdir. Tədqiq olunan fitesenozun quruluşuna əsasən bitki örtüyü üç mərtəbəli olub, belə ki, I yarusda *Paliurus spina-christi* Mill., *Punica granatum* L. və *Caragana arborescens* Lam. (hündürlüyü 250-100 sm-ə çatır); II yarusda *Stipa prilipkoana* Grossh., *Salsola dendroides* (C.A.Mey.) Moq., *Alhagi pseudalhagi* (Bieb.) Fisch. və s. (hündürlüyü 70-40 sm-ə çatır) və III yarusda isə *Artemisia lerchiana* Web., *Anisantha tectorum* (L.) Nevski, *Lolium rigidum* Gaudin və s. otlara (hündürlüyü 30-10 sm-ə çatır) təsadüf olunmuşdur. Ümimi layihə örtüyü 50-70% arasında dəyişir.

Yovşanlı-qarağanlı-biyanlıq (*Artemisieta-Salsoletum-Glycyrrhizosum*) formasiyası şorakətli boz-çəmən torpaqda az maili düzənlərdə qeydə alınmışdır (cədvəl 1). Bu fitosenozun növ tərkibində 21 növə rast gəlinmişdir. Bunlardan 3 növ (14,3%) kollar, 1 növ (4,8%) yarımkol, 8 növ (38,1%) çoxillik otlara, 9 növ (42,9%) isə birillik otlara aiddir. Ekoloji qruplara görə 8 növ (38,1%) kserofitlər, 7 növ (33,3%) halofitlər, 3 növ (14,3%) mezokreserofitlər və 3 növ (14,3%) mezofitlərdir. Tədqiq olunan formasiyanın fitosenotik quruluşuna əsasən üç mərtəbəlilik müşahidə edilmişdir: I mərtəbədə -kollardan Hohenaker yulğunu (*Tamarix hohenackeri* Bunge, daryarpaq iydə (*Elaeagnus angustifolia* L.), şahsevdi (*Halostachys belangeriana* (Moq.) Botsch.) – hündürlük 100-240 sm-ə çatır; II mərtəbədə yarımkollardan qarağan və yaxud ağacvari şorəngə (*Salsola dendroides* (C.A.Mey.) Moq.) - hündürlüyü 60 sm, çoxillik otlardan adi dəvətikanı (*Alhagi pseudalhagi* (Bieb.) Fisch., tüksüz biyan (*Glycyrrhiza glabra* L.) - hündürlük 60-80 sm və s.; III mərtəbədə Soviç yovşanı (*Artemisia szowitziana* (Bess.) Grossh.), dovşan arpası (*Hordeum leporinum* Link) - hündürlüyü 20 sm-ə çatır, soğanaqlı qırtıc (*Poa bulbosa* L.) efemeroid) və s. otlara təsadüf olunur. Ümimi layihə örtüyü 60-80% arasında dəyişir.

Cədvəl 1. Yovşanlı-xostəklik (*Artemisietum - Caraganosum*) formasiyasının növ tərkibi və quruluşu.

№	Biomorf növlərin adı	Ekoloji qruplar	Bolluğu (balla)	Orta hündürlük (sm-lə)	Fenoloji fazalar
	Kollar				
1.	*Caragana arborescens* Lam.	kserofit	3-4	I (100)	çiç.
2.	*Paliurus spina-christi* Mill.	kserofit	1-2	I (250)	çiç.
3.	*Punica granatum* L.	kserofit	1	I (120)	çiç.
	Yarımkollar				
4.	*Salsola dendroides* (C.A.Mey.) Moq.	mezokserofit	1-2	II (60)	veq.
	Çoxillik otlar				
5.	*Artemisia lerchiana* Web.	kserofit	2	III (30)	veq.
6.	*Stipa prilipkoana* Grossh.	kserofit	1-2	II (70)	veq.
7.	*Alhagi pseudalhagi* (Bieb.) Fisch.	mezofit	1-2	II (50)	çiç.
8.	*Glycyrrhiza glabra* L.	mezofit	1-2	II (40)	pax. yet.
9.	*Teucrium polium* L.	kserofit	1-2	III (30)	çiç.
10.	*Centaurea reflexa* Lam.	kserofit	1-2	III (20)	çiç.
11.	*Agropyron desertorum* (Fisch. exLink) Schult.	kserofit	1	II (50)	çiç.
12.	*Peganum harmala* L.	mezokserofit	1	II (40)	çiç.
	İkiillik otlar				
13.	*Echium biebersteinii* (Lacaita) Dobrocz.	mezokserofit	1-2	III (10)	çiç.
	Birillik otlar				
14.	*Aegilops triuncialis* L.	kserofit	1-2	II (40)	çiç.
15.	*Anisantha tectorum* (L.) Nevski	kserofit	1-2	III (30)	çiç.
16.	*Hordeum leporinum* Link	kserofit	1-2	III (25)	çiç.
17.	*Lolium rigidum* Gaudin	kserofit	1-2	III (20)	pax. yet.
18.	*Medicago meyeri* Grun.	kserofit	1-2	III (10)	çiç.
19.	*Hirschfeldia incana* (L.) Lagr.-Foss.	kserofit	1-2	II (70)	çiç.
20.	*Xanthium spinosum* L.	kserofit	1	III (30)	çiç.
21.	*Carthamus oxyacanthus* Bieb.	kserofit	1	III (25)	çiç.
22.	*Astragalus tribuloides* Delile	kserofit	1	III (10)	pax. yet.
Ümumilayihə örtüyü 50-70%-ə bərabərdir.					

Yovşanlı-qarayoncalıq (*Artemisietum – Medicagosum*) formasiyası karbonatlı boz torpaqlarda qeydə alınmışdır (cədvəl 3). Bu fitosenozun növ tərkibində 24 növə təsadüf edilmişdir ki, bunlardan da 2 növ (8,3%) kollar, 1 növ (4,2%) yarımkollar, 1 növ (4,2%) yarımkolcuqlar, 6 növ (25,0%) çoxillik və 14 növ (58,3%) ikiillik otlardır. Ekoloji qruplara görə 14 növ (58,3%) kserofitlər, 3 növ (12,5%) halofitlər, 1 növ (4,2%) mezofitlər və 6 növ (25,0%) mezokserofitlərə aiddir. Tədqiq olunan formasiyanın fitosenotik quruluşuna əsasən üç mərtəbəlilik müşahidə edilmişdir: I mərtəbədə - çoxbudaqlı yulğun (*Tamarix ramosissima* Lebed.), Xəzər iydəsi (*Elaeagnus caspica* (Sosn.) Grossh.) – hündürlüyü 120-100 sm-ə çatır; II mərtəbədə qarağan və yaxud ağacvari şorəngə (*Salsola dendroides* (C.A.Mey.) Moq.) -hündürlüyü 70 sm, adi dəvətikanı (*Alhagi pseudalhagi* (Bieb.) Fisch. -hündürlüyü 40 sm və s.; III mərtəbədə kövrək şorəngə (*Salsola ericoides* Bieb.), ətirli yovşan (*Artemisia lerchiana* Web.), kiçik qarayonca (*Medicago meyeri* Grun.)- hündürlüyü 15 sm-ə çatır, soğanaqlı qırtıc (*Poa bulbosa* L.) efemeroid) və s. otlara təsadüf olunur. Ümumi layihə örtüyü 30-70% arasında dəyişir.

Yulğunlu-dəvətikanlı-qışotluq (*Tamarixeta-Alhagietum-Petrosimoniosum*) formasiyası şoran və şorakətləşmiş boz-qonur torpaqlarda qeydə alınmışdır (cədvəl 4). Bu fitosenozun növ tərkibində 17 növ bitkiyə rast gəlinmişdir. Bunlardan 2 növ (11,8%) kollar, 1 növ (5,9%) yarımkol, 6 növ (35,3%) çoxillik və 8 növ (47,1%) birillik otlardır. Ekoloji qruplar üzrə analizə görə 6 növ (35,3%) kserofitlər, 6 növ (35,3%) halofitlər, 3 növ (17,6%) mezokserofitlər və 2 növ (11,8%) mezofitlərə aid edilmişdir.

Quruluşuna görə yulğunlu-dəvətikanlı-qışotluq formasiyasının bitki örtüyü üç mərtəbədən ibarətdir: I mərtəbədə - Hohenaker yulğunu (*Tamarix*

hohenackeri Bunge) qeyd edilmişdir ki, hündürlüyü 250 sm-ə çatır; II mərtəbədə - *Tanacetum parthenifolium (*Willd.) Sch. Bip. (tək-tək) hündürlüyü 70 sm-ə və s. III mərtəbədə isə senozun edifikatoru sayılan budaqlı qışotu (*Petrosimonia brachiata* (Pall.) Bunge) (hündürlüyü 30 sm-ə), Avropa duzlaq çoğanı (*Salicornia prostata* Pall.) və s. (hündürlü-yü 15 sm-ə çatır) halofitlərə təsadüf olunur. Ümumi layihə örtüyü 40-70% arasında dəyişir.

Cədvəl 2. Yovşanlı-qarağanlı-biyanlıq (*Artemisieta-Salsoletum-Glycyrrhizosum*) formasiyasının növ tərkibi və quruluşu.

№	Biomorf növlərin adı	Ekoloji qruplar	Bolluğu (balla)	Orta hündürlük (sm-lə)	Fenoloji fazalar
	Kollar				
1.	*Tamarix hohenackeri* Bunge	mezokserofit	3	I (240)	çiç.
2.	*Elaeagnus angustifolia* L.	kserofit	1-2	I (120)	çiç.
3.	*Halostachys belangeriana* (Moq.) Botsch.	halofit		I (100)	veq.
	Yarımkollar				
4.	*Salsola dendroides* (C.A.Mey.) Moq.	mezokserofit	1-2	II (60)	veq.
	Çoxillik otlar				
5.	*Glycyrrhiza glabra* L.	mezofit	1	II (80)	veq. pax.yet.
6.	*Artemisia szowitziana* (Bess.) Grossh.	mezofit	1-2	III (30)	çiç.
7.	*Limonium scoparium* (Pall. ex Willd.) Stankov	halofit	1-2	II (45)	çiç.
8.	*Tragopogon tuberosus* C.Koch	kserofit	1-2	III (25)	pax.yet.
9.	*Hirschfeldia incana* (L.) Lagr.-Foss.	kserofit	1-2	II (80)	çiç.
10.	*Alhagi pseudalhagi* (Bieb.) Fisch.	mezofit	1	II (60)	veq.
11.	*Peganum harmala* L.	mezokserofit	1	II (50)	çiç.
12.	*Aeluropus littoralis* (Gouan) Parl.	halofit	1	III (10)	çiç.
	İkiillik otlar				
13.	*Hordeum leporinum* Link	kserofit	1-2	III (20)	çiç.
14.	*Lolium rigidum* Gaudin.	kserofit	1-2	III (15)	çiç.
15.	*Eremopyrum triticeum* (Gaertn.) Nevski	halofit	1-2	III (20)	çiç.
16.	*Poa bulbosa* L.	kserofit	1-2	III (15)	tox.tök.
17.	*Chenopodium rubrum* L.	kserofit	1	II (40)	çiç.
18.	*Xanthium strumarium* L.	kserofit	1	II (35)	çiç.
19.	*Petrosimonia brachiata* (Pall.) Bunge	halofit	1	III (10)	veq.
20.	*Climacoptera crassa* (Bieb.) Botsch.	halofit	1	III (10)	veq.
21.	*Gamanthus pilosus* (Pall.) Bunge	halofit	1	III (5)	veq.
Ümumilayihə örtüyü 60-80 %-ə bərabərdir.					

Cədvəl 3. Yovşanlı-qarayoncalıq (*Artemisietum-Medicagosum*) formasiyasının növ tərkibi və quruluşu.

№	Biomorf növlərin adı	Ekoloji qruplar	Bolluğu (balla)	Orta hündürlük (sm-lə)	Fenoloji fazalar
1	2	3	4	5	6
	Kollar				
1.	*Tamarix ramosissima* Ledeb.	mezokserofit	1	I (120)	veq.
2.	*Elaeagnus caspica* (Sosn.) Grossh.	mezokserofit	1	I (1005)	çiç.
	Yarımkollar				
3.	*Salsola dendroides* (C.A.Mey.) Moq.	mezokserofit	1	II (70)	veq.
	Yarımkolcuqlar				
4.	*Salsola ericoides* Bieb.	halofit	1-2	II (30)	veq.
	Çoxillik otlar				
5.	*Artemisia lerchiana*Web.	kserofit	1	III (20)	veq.
6.	*Alhagi pseudalhagi* (Bieb.) Fisch.	mezofit	1-2	II (40)	veq.
7.	*Aeluropus littoralis* (Gouan) Parl.	halofit	1-2	III (10)	çiç.
8.	*Marrubium propinquum* Fisch. et C.A.Mey.	kserofit	1-2	III (35)	çiç.

3 saylı cədvəlin davamı

1	2	3	4	5	6
9.	*Euphorbia boissiciana* (Woronow) Prokh.	mezokserofit	1	III (30)	çiç.
10.	*Convolvulus arvensis* L.	mezokserofit	1	III (20)	çiç.
	İkiillik otlar				
11.	*Silybum marianum* (L.) Gaertn.	kserofit	1	I (50)	çiç.
12.	*Carduus seminudus* Bieb.	mezokserofit	1	II (45)	çiç.
	Birillik otlar				
13.	*Medicago meyeri* Grun.	kserofit	3-4	III (15)	çiç.
14.	*Medicago orbicularis* (L.) Bartalini.	kserofit	1-2	III (30)	pax.yet.
15.	*Lolium rigidum* Gaudin.	kserofit	1-2	III (20)	çiç.
16.	*Bromus japonicus* Thunb.	kserofit	1-2	III (15)	çiç.
17.	*Poa bulbosa* L.	kserofit	1-2	III (10)	tox.tök.
18.	*Hordeum leporinum*Link	kserofit	1-2	II (40)	çiç.
19.	*Avena fatua* L.	kserofit	1	II (35)	çiç.
20.	*Psylliostachys spicata* (Willd.) Nevski	halofit	1	III (30)	çiç.
21.	*Adonis parviflora* Fisch. ex DC.	kserofit	1	III (20)	çiç.
22.	*Petrosimonia brachiata* (Pall.) Bunge	kserofit	1	III (15)	veq.
23.	*Erodium turkmenum* (Litv.) Grossh.	kserofit	1	III (10)	çiç.
24.	*Filago pyramidata* L.	kserofit	1	III (5)	çiç.
Ümumilayihə örtüyü 30-70%-ə bərabərdir.					

Cədvəl 4. Yulğunlu-dəvətikanlı-qışotluq (*Tamarixeta-Alhagietum-Petrosimoniosum*) formasiyasının növ tərkibi və quruluşu

№	Biomorf növlərin adı	Ekoloji qruplar	Bolluğu (balla)	Orta hündürlük (sm-lə)	Fenoloji fazalar
	Kollar				
1.	*Tamarix hohenackeri* Bunge	mezokserofit	1-2	I (250)	veq.
2.	*Halocnemum stobilaceum* (Pall.) Bieb.	halofit	1-2	II (40)	çiç.
	Yarımkollar				
3.	*Salsola dendroides* (C.A.Mey.) Moq.	mezokserofit	1-2	II (60)	çiç.
	Çoxillik otlar				
4.	*Alhagi pseudalhagi* (Bieb.) Fisch.	mezofit	3	II (50)	çiç.
5.	*Glycyrrhiza glabra* L.	mezofit	1-2	II (40)	çiç.
6.	*Limonium scoparium* (Pall. ex Willd.) Stankov	halofit	1-2	II (35)	çiç.
7.	*Lepidium crassiofolium* Waldst. et Kit.	halofit	1-2	III (30)	çiç.
8.	*Centaurea iberica* Tsev. ex Spreng.	kserofit	1-2	III (25)	pax.yet.
9.	*Tanacetum parthenifolium (*Willd.) Sch. Bip.	mezokserofit	1	II (70)	çiç.
	Birillik otlar				
10.	*Petrosimonia brachiata* (Pall.) Bunge	halofit	3-4	III (30)	veq.
11.	*Anisantha tectorum* (L.) Nevski	kserofit	1-2	III (25)	çiç.
12.	*Hordeum leporinum* Link	kserofit	1-2	III (20)	çiç.
13.	*Lolium rigidum* Gaudin	kserofit	1-2	III (15)	çiç.
14.	*Bromus japonicus* Thunb.	kserofit	1-2	III (10)	tox.tök.
15.	*Poa bulbosa* L.	kserofit	1-2	III (5)	tox.tök.
16.	*Salicornia prostata* Pall.	halofit	1	III (15)	veq.
17.	*Gamanthus pilosus* (Pall.) Bunge	halofit	1	III (5)	veq.
Ümumilayihə örtüyü 40-70%-ə bərabərdir.					

Paxlalı bitkilər əmələ gətirdiyi formasiyalarda həm dominant həm də subdominant halda rast gəlinmişdir. Məsələn, *Artemisietum - Caraganosum* formasiyasının dominantı ağacvari xostək (*Caragana arborescens* Lam.), *Artemisieta-Salsoletum-Glycyrrhizosum* formasiyasının dominantı tüksüz biyan (*Glycyrrhiza glabra* L.) və kələkötur biyan (*G.echinata* L.), *Artemisietum-Medicagosum* formasiyasının dominantı kiçik qarayonca (*Medicago*

meyeri Grun.) olub, bolluqları 3-4 balla, *Tamarixeta-Alhagietum-Petrosimoniosum* formasiyasının subdominantı adi dəvətikanı (*Alhagi pseudalhagi* (Bieb.) Fisch.) olub, onun bolluğu isə 3 balla qiymətləndirilmişdir.

Paxlalı bitkilərdən bəziləri məsələn, kiçik qarayonca (*Medicago meyeri* Grun.) səhra və yarımsəhra fitosenozlarının əsas efemerlərindən biridir. Bioekoloji xüsusiyyətlərinə görə kiçik qarayonca boz-qonur torpaqlarda geniş yayılır. Həmçinin bu bitki halofitli və psammofitli yerlərdə də təsadüf olunur (Шахсуваров, 1994).

Yarımsəhra bitki örtüyündə yayılan müxtəlifotlu-paxlalıefemerliklərdə erkən yazdan başlayaraq may ayının ortalarına qədər dinamik inkişaf üçün əlverişli şərait yaranır və bu müddət davarların bəslənməsində yüksək keyfiyyətli yem bazası hesab edilir. Lakin payızın sonu və qış mövsümündə ehtiyat yem fondunu yovşan, gəngiz və s. şorangələr əvəz edirlər (Məmmədova, 2011; Агаджанов, 1967; Алиев и др., 1965; Исаев, 1957; Маилов и др., 1984).

Şorangəli səhralar bitki örtüyündə yayılan yulğunlu-dəvətikanlı-qışotluq (*Tamarixeta-Alhagietum-Petrosimoniosum*) formasiyasında rast gəlinən budaqlı qışotu növü qış mövsümündə şaxtalardan sonra kafi dərəcədə yem bitkisi kimi, dəvətikanı isə yazın əvvəlində (cavan zoğları) qoyun-keçilər və dəvələr tərəfindən yaxşı yeyilir. Çiçəklənmə mərhələsindən sonra onun gövdəsi və iynəyəbənzər yarpaqları sərtləşir və pis yeyilir. Buna görə də adi dəvətikanını dəyərli yem bitkisi kimi bitki örtüyünün, o cümlədən qış otlaqlarının məhsuldarlığının artırılmasında geniş istifadə etmək olar. Onun biokimyəvi tərkibi proteinlə zəngindir. Odur ki, şorangəli fitosenozlarda qeydə alınmış paxlalı bitkilər yem dəyərinə görə qış otlaq sahələrində səciyyəvi əhəmiyyətə malikdir (Qurbanov və b., 2009; Qurbanov və b., 2012; Məmmədova, 2011). Onu da qeyd etmək lazımdır ki, tədqiq olunan bu fitosenozların ekosistemlərdə əmələ gətirdikləri bitki qruplaşmaları təbii yem sahələrində yayılmaqla iqtisadi və ekoloji əhəmiyyət kəsb edir.

Aparılan tədqiqatlardan aydın olmuşdur ki, Azərbaycanın Xəzər sahili bitkiliyində paxlalı bitkilərin xüsusən qış otlaqlarında yem əhəmiyyətli digər bitkilərlə əmələ gətirdikləri fitosenozlardan səmərəli istifadə etməklə qış otlaqlarını yaxşılaşdırmaq və bu otlaqlardan köçəri qoyunçuluğun inkişafı üçün yem mənbəyi kimi istifadə mühüm əhəmiyyət kəsb edir. Tədqiqat ərazilərində müəyyən edilən 2 bitkilik tipi, 4 formasiya sinifi, 4 formasiya qrupu və 5 assosiasiya üzrə rast gəlinən fitosenozların təsərrüfat əhəmiyyəti nəzərə alınaraq paxlalı və digər qiymətli bitkilərin qorunması üçün tərəfimizdən tövsiyyələr işlənmiş, "Azərbaycanın təbii bitkiliyində paxlakimilərin əmələ gətirdiyi bəzi fitosenozların ekoloji-geobotaniki xəritəsi" tərtib edilmişdir (Qurbanov və b., 2013).

Xəzər sahili ərazidə səhra və yarımsəhra bitkilik tiplərində rast gəlinən paxlalı bitkilərdən kiçik qarayonca (*Medicago meyeri* Grun.), adi dəvətikanı (*Alhagi pseudalhagi* (Bieb.) Fisch.), tüksüz biyan (*Glycyrrhiza glabra* L.), kələkötür biyan (*G.echinata* L.), Bakı gəvəni (*Astragalus bakuense* Bunge.), odlu gəvən (*Astragalus igniarius* M.Pop.), Xəzər gəvəni (*Astragalus caspica* Bieb.) və s. təsərrüfat əhəmiyyəti nəzərə alınmaqla onların əmələ gətirdikləri fitosenozların öyrənilməsi eyni zamanda kənd təsərrüfatı sahəsində heyvandarlığın inkişafında aktual məsələlərdəndir.

ƏDƏBİYYAT

Azərbaycan Respublikasının Qırmızı Kitabı. Nadir və nəsli kəsilməkdə olan bitki və göbələk növləri (2013) Bakı: II nəşr, 676 s.

Əsgərov A.M. (2011) Azərbaycan florasının konspekti. Əlavələr və dəyişiklərlə (1961-2009). Bakı: Elm, 204 s.

Əsgərov A.M. (2016) Azərbaycanın bitki aləmi. Bakı: TEASPRES, 444 s.

Hacıyev V.C., Musayev S.H. (1995) Azərbaycanın "Qırmızı və yaşıl kitab"larına tövsiyyə olunan bitki və bitki formasiyaları. Bakı: Elm, 40 s.

İbadullayeva S.C. (2011) Azərbaycanın bitki örtüyü haqqında. *AMEA Botanika İnstitutunun Elmi Əsərlər toplusu*, **XXXI:** 8-16.

Qurbanov E.M., Axundova A.A. (2009) Abşeron yarımadasında yarımsəhra fitosenozlarının əsas yem bitkilərinin biokimyəvi tərkibi və səmərəli istifadəsi. *Bakı Universitetinin xəbərləri, təbiət elmləri seriyası*, **№4**: 79-83.

Qurbanov E.M., Axundova A.A. (2010) Abşeron yarımadasının səhra bitkiliyi. *Azərbaycan Botaniklər cəmiyyətinin elmi əsərləri*, **I:** 95-100.

Qurbanov E.M., Məmmədova Z.C. (2011) Abşeron yarımadasının səhra və yarımsəhra bitkiliyində paxlalı bitkilərin əmələ gətirdiyi fitosenozlar. *Gəncə Dövlət Universiteti. «Biokimyəvi nəzəriyyələrin aktual problemləri» 2-ci Beynəlxalq konfransı*. Gəncə, s.13-15.

Qurbanov E.M., Məmmədova Z.C. (2013) Azərbaycanın təbii bitkiliyində paxlakimilərin əmələ gətirdiyi bəzi fitosenozların ekoloji-geobotaniki xəritəsi. *Azərbaycan Respublikası müəllif hüquqları agentliyi*, **№7462**.

Qurbanov E.M., Hüseynova H.Z. (2012) Samurşabran ovalığında şorangəlik səhra bitkilik tipinin fitosenoloji xüsusiyyətləri və onların əhəmiyyəti. *AMEA Gəncə regional elmi mərkəzinin "Xəbərlər məcтuəsi",* **№ 50:**44-47.

Qurbanov E.M. (2018) **Botaniki-coğrafi rayonlaşdırma**. Azərbaycan Respublikası Coğrafi Atlas. *Ekologiya və Təbii sərvətlər nazirliyi*. Bakı: Bakı kartoqrafiya fabriki, s. 114.

Məmmədova Z.C. (2011) Azərbaycanın müxtəlif qurşaqlarında rast gəlinən paxlalı bitkilər və onlardan səmərəli istifadə. *AMEA Botanika İnstitutunun Elmi Əsərlər toplusu*, **XXXI:**121-124.

Şükürov E.S., Əsgərov F.S., Zaytsev Y. (2008) Azərbaycanın səhra və yarımsəhralarının bitki müxtəlifliyi. Bakı: 143 s.

Агаджанов С.Д. (1967) Флора и растительность приморских песков Азербайджана и их значение для закрепления и освоения песков. *Автореф.дисс.канд. биол. наук*. Баку, 32 с.

Алиев Р.А., Гаджиев В.Д. и др. (1965) Улучшение и рациональное использование зимних и летних пастбищ Азербайджана. Изд-во АН Аз.ССР, 46 с.

Гурбанов Э.М. (2004) Пустынная и полупустынная растительност Атропатенской провинции. *AMEA Botanika İnstitutunun Elmi Əsərlər toplusu*, **XXV:** 51-57.

Исаев Я.М. (1957) Растительность зимних пастбищ Азербайджана, ее кормовое значение. *Автореф. дисс. на соиск. учен. степени докт. биол. наук*. Ваку, 35 с.

Маилов А.И., Атамов В.В. (1984) Кормовая ценность и ёмкость типов пастбищ Азербайджана. *Доклады АН Азерб. ССР*, **№2:**65-69.

Полевая геоботаника (1959-1976) Под ред. Б.М.Лавренко и А.А.Корчакина. М.-Л.:Наука, т. 1-5.

Сафронова И.Н. (2000) Кустарниковые и полукустарниковые пустыни Прикаспия и Западного Турана. *Ботанический журнал*, **№2:** 27-34.

Шахсуваров Р.Т. (1994) Псаммофитнаая растительность прибережной полосы Каспийского моря (Самур-Дивиченская аллювиально-морская низменность). *Автореф. дисс. канд. биол. наук*. Ваку, 33 с.

Флора Азербайджана (1950-1961). Баку: Изд.-во АН Азерб.ССР, т.1-8

Cerepanov S.K. (1995) Vassular Plants of Russia and Agrosent states theforner USSR. North. American Branch. Cambrindge University. 992 p.

Бобовые растения, встречающиеся в растительности Каспийского побережья Азербайджана и их сельскохозяйственное значение

Э.М. Гурбанов, З.Дж. Мамедова

Бакинский Государственный Университет, Баку, Азербайджан

В ходе эколого-геоботанических исследований были отмечены фитоценозы с доминированием бобовых растений, в пустынной и полупустынной типах растительности, которые формируют, главным образом, естественный источник питания в зимних пастбищных районах Азербайджана на Каспийском побережье. Была составлена классификационная схема по 2 типам растительности, 4 классам, 4группам формаций и 5ассоциациям. Подготовлена «Эколого-геоботаническая карта некоторых фитоценозов, образуемых бобовыми в естественной растительности Азербайджана».

Ключевые слова: *Пустыня, фитоценоз, формация, доминант, субдоминант*

Legumes Of The Caspian Coast Vegetation Of Azerbaijan And Their Agricultural Importance

E.M. Gurbanov, J.C. Mammadova

Baku State University, Baku, Azerbaijan

During the ecological-geobotanical investigations, the phytocenoses with dominance of legumes in the desert and semi-desert vegetation types, which form mainly natural feed source in winter pasture areas of Azerbaijan on the Caspian coast have been recorded. The classification scheme on 2 vegetation types, 4 formation classes, 4 formation groups and 5 associations was compiled and the “Ecological-geobotanical map of some phytocenoses formed by legumes in natural vegetation of Azerbaijan” was prepared.

Keywords: *Desert, phytocenosis, formation, dominant , subdominant*

Həyat elmləri və biotibb jurnalı, cild 74, №2, səh. 42-51 (2019)

Антиапоптотическая функция серотонинергической системы в отношении неоникотиноида актары

Т.Н. Аллахвердиева[1], А.В. Аминов[2], А.А. Мехтиев[2]*

[1]*Азербайджанский государственный аграрный университет МСХ АР, пр. Ататюрка, 262, Гянджа AZ2000, Азербайджан*
[2]*Институт физиологии им. академика А.Гараева НАН Азербайджана, Шарифзаде, 2, Баку AZ1100, Азербайджан; *E-mail: arifmekht@yahoo.com*;
Принято к печати: 04.10.2019

Изучалась роль серотонинергической системы в феномене прекондиционирования и защите тканей рыб от воздействия неоникотиноидного инсектицида актары, сублетальную концентрацию которого рассчитывали методом Finney на особях сазанов (*Cyprinus carpio* Linne). Устойчивость к воздействию летальной концентрации (400 мг/л, 5 сут) инсектицида вырабатывали с помощью процедуры прекондиционирования (100 мг/л, 1 сут). Методом непрямого твёрдофазного иммуноферментного анализа в головном мозге и печени у рыб определяли уровень серотонин-модулируемого антиконсолидационного белка (СМАБ; Мехтиев, 2000), находящегося в прямой зависимости от уровня серотонина. Изучали влияние внутримышечного введения СМАБ на выживаемость особей сазана в условиях воздействия летальных концентраций инсектицида. Методом Асакавы и Матсушита (1980) определяли степень перекисного окисления липидов по уровням малонового диальдегида и гидроперекисей в головном мозге, печени и жабрах особей, подвергнутых воздействию сублетальных концентраций инсектицида и получивших внутримышечную инъекцию СМАБ. Сублетальная концентрация инсектицида актары для особей сазана была равна 360 мг/л. Показано, что искусственное повышение в результате прекондиционирования активности серотонинергической системы в отношении инсектицида актары или внутримышечного введения СМАБ особям сазана, подвергнутым в последующем воздействию летальных концентраций инсектицида, способствует их выживанию и нормализации уровня перекисного окисления липидов в тканях. Делается заключение об антиапоптотической функции СМАБ в отношении воздействия летальных концентраций неоникотиноидного инсектицида актары на особей сазана.

Ключевые слова: *Неоникотиноидный инсектицид актары, особи сазана, феномен прекондиционирования, серотонин-модулируемый антиконсолидационный белок (СМАБ), перекисное окисление липидов*

ВВЕДЕНИЕ

Наряду с промышленными выбросами химических отходов, в сельском хозяйстве в целях борьбы с насекомыми-вредителями широкое применение получили инсектициды. Следует, однако, указать на то, что они оказывают негативное и даже разрушительное воздействие не только на насекомых, но и на крупных животных, в том числе на рыб. Злободневность проведения исследований влияния инсектицидов на рыб обусловлена тем, что током воды инсектициды вымываются с посевных полей и попадают в реки, озёра и водохранилища, значительно удалённые от места их применения, и оказывают неблагоприятное влияние на живущих в них живых организмов. Следует указать на то, что инсектициды, оказывая таргетное негативное воздействие на конкретные системы организма насекомых, могут сходным образом влиять на аналогичные системы крупных животных, приводя к нарушению их функционирования. В связи со сказанным, в настоящее время изучение механизмов, лежащих в основе влияния инсектицидов на различные функциональные системы крупных животных, в частности рыб, чрезвычайно актуально. Среди ныне применяемых инсектицидов особое место занимают неоникотиноиды, способные с высокой аффинностью связываться с пресинаптическими н-холинорецепторами серотонинергических нейронов, блокируя, таким образом, их функциональную активность (Garduño et al., 2012).

В ранее выполненных исследованиях была продемонстрирована антимутагенная и детоксикационная активность серотонин-модулируемого антиконсолидационного белка (СМАБ), находящегося в прямой зависимости от уровня серотонина (Мехтиев, 2000). Было обнаружено, что введение СМАБ животным снижает уровень мутагенных изменений в тканях молоди осетров, подвергнутых воздействию тяжёлых металлов и полиароматических углеводородов (Мехтиев, Мовсум-заде, 2008), и повышает выживаемость у мышей с индуцированным перитонитом (Аллахвердиева и др., 2019).

Целью данной работы являлось изучение влияния повышенной активности серотонинергической системы посредством прекондиционирования животных или введения им СМАБ на выживаемость особей сазанов, подвергнутых воздействию летальных концентраций инсектицида актары, относящегося к группе неоникотиноидов.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследование было выполнено на 7-месячных особях сазана (*Cyprinus carpio Linne*), выращенных в прудовых хозяйствах г. Нефтечала (Республика Азербайджан). Опыты были проведены в контейнерах объёмом 40 л, заполненных пресной водой с непрерывной искусственной аэрацией.

В 1-й серии исследований в результате наблюдения за выживаемостью особей сазанов массой 16-25 г на протяжении 5 сут определяли сублетальную концентрацию LC50 инсектицида актары для особей сазана. Влияние каждой из концентраций актары оценивали на 6 особях. Сублетальную дозу инсектицида актары LC50 для сазана вычисляли по программе Finney с учётом количества погибших особей под влиянием каждой из использованных в эксперименте концентраций инсектицида: 250 мг/л, 320 мг/л, 350 мг/л, 370 мг/л, 400 мг/л и 450 мг/л.

Во 2-й серии исследований исследовали феномен прекондиционирования в отношении инсектицида актары на особях сазанов массой 16-25 г. В этой серии животных разделили на 3 группы: 1) интактная группа (n=6); 2) контрольная группа – животных помещали в пресную воду с содержанием актары в концентрации 400 мг/л (n=6) и 3) опытная группа, животных которой помещали в пресную воду, содержавшую актару в концентрации 100 мг/л, а через 1 сут сазанов перекладывали в контейнер с пресной водой, содержавшей актару в концентрации 400 мг/л (n=6). В этой серии опытов также регистрировали количество погибших и выживших особей.

В 3-й серии исследований эксперименты были выполнены на особях сазанов массой 16-25 г. В этой серии животных разделили на 2 группы: 1) интактная (n=10) и 2) опытная (n=14). Особей сазана опытной группы помещали в контейнер с пресной водой, содержавшей актару в концентрации 100 мг/л и через 1 сут их умерщвляли, выделяли мозг и печень и методом непрямого твёрдофазного иммуноферментного анализа (НИФА) определяли уровень серотонин-модулируемого антиконсолидационного белка (СМАБ), находящегося в прямой зависимости от уровня серотонина.

В 4-й серии исследования были выполнены на особях сазанов массой 16-25 г. Были созданы 2 группы животных: 1) контрольная группа – животных помещали в воду с содержанием актары 400 мг/л (n=17); 2) опытная группа – животным вводили СМАБ (1 мг на 10 г массы тела) и помещали в воду с содержанием актары 400 мг/л (n=15). Время экспозиции животных в загрязнённой инсектицидом воде составило 5 сут; при этом регистрировали количество выживших и особей.

В 5-й серии исследования проводили на особях сазанов массой 20-35 г. Животных разделили на 3 группы: 1) интактная группа (n=10); 2) контрольная группа – животным вводили инактивированный СМАБ (60°С на водяной бане, 35 мин; 1 мг на 10 г массы тела) и помещали в воду с содержанием актары 400 мг/л (n=10); 3) опытная группа – животным вводили СМАБ (1 мг на 10 г массы тела) и помещали в воду с содержанием актары 400 мг/л (n=10). Через 5 сут животных умерщвляли, забирали пробы печени, жабр и головного мозга и определяли в них уровень малонового диальдегида (МДА) и гидроперекисей (ГП; Asakawa, Matsushita, 1980).

Выделение СМАБ осуществляли из головного мозга быка. Основные этапы фракционирования: 1) осаждение сульфатом аммония в интервале 0-40%-ного насыщения; 2) гель-хроматография на колонке (3 X 60 см) сефадекса G-150. Процесс фракционирования и отбора иммунопозитивных фракций контролировали НИФА с применением поликлональных иммуноглобулинов к СМАБ.

Уровень СМАБ в тканях сазана определяли методом НИФА на полистироловых планшетах с умеренным уровнем адсорбции (Sigma, Германия). При проведении анализа в качестве антигенов использовали суммарные белки, экстрагированные из головного мозга и печени сазана и доведённые до концентрации 20 мкг/мл с помощью 0.1 М буфера трис-HCl (pH 8.6). Концентрацию белка определяли по методу Бредфорд. При постановке НИФА в качестве первых антител использовали кроличьи иммуноглобулины к белку СМАБ, а в качестве вторых антител – козьи противокроличьи иммуноглобулины с конъюгированной пероксидазой хрена (Sigma, Германия). Как первые, так и вторые антитела разводили в буфере для антител (pH 7.4). Иммуноглобулины к СМАБ разводили в 40 раз, а вторые антитела – в 20000 раз.

Реакцию проводили следующим образом: в 1-й день в лунки в качестве антигенов заливали белковые экстракты исследуемых тканей. Через 20 ч лунки четырежды отмывали и заливали первые антитела. Через 24 ч лунки отмывали и приливали вторые антитела. Через 3 ч лунки отмывали и заливали субстрат пероксидазы хрена в виде 0.05%-ного раствора ортофенилендиамина в 0.05 М цитрат-фосфатном буфере (pH 4.5). Реакцию останавливали через 30 мин добавлением к каждую лунку по 50 мкл 3 М раствора гидроокиси натрия. Результаты реакции считывали на фотометре для иммуноферментного анализа “Molecular Devices Spectra Max 250” (MTX Lab Systems, Inc., США) на длине волны 492 нм (длина волны сравнения – 630 нм). Результаты исследования были усреднены по группам и сравнены по t–критерию Стьюдента.

Иммуноглобулины к СМАБ были получены в результате 5-6-месячной иммунизации кроликов (по 300 мкг СМАБ в смеси с равным объёмом полного адъюванта Фрейнда (Sigma, Германия). Поликлональные антитела к СМАБ были очищены из раствора иммуноглобулинов методом аффинной хроматографии на колонке CNBr-сефарозы с предварительно иммобилизованным СМАБ. Элюцию специфически связавшихся антител осуществляли 3 М раствором роданистого калия. Элюированные антитела были диализованы на холоде против 0.15 М хлористого натрия (pH 7.2) и замораживали. За один цикл с аффинной колонки элюируют до 12 мг антител (концентрацию антител определяли по методу Бредфорд).

Определение уровня перекисного окисления липидов (ПОЛ) осуществляли по методу Asakawa и Matsushita (1980). При этом определяли уровни малонового диальдегида (МДА) и гидроперекисей (ГП) (Asakawa and Matsushita, 1980). Для подготовки проб забирали 1 г исследуемой ткани и гомогенизировали в 9 мл 0.2 М глицин-солянокислом буфере (pH 3.6) для получения 10%-й суспензии. Из этой суспензии забирали две аликвоты объёмом по 0.1 мл каждая и помещали в пробирки. Количество МДА и ГП рассчитывали по формуле: $C = D/\varepsilon \bullet 1$, где С – концентрация МДА и ГП, В – оптическое поглощение измеряемой пробы, ε – коэффициент молекулярного поглощения, равный $1.56 \bullet 10^5\ M^{-1} \cdot см^{-1}$. Уровень МДА измеряется в нМ/мг белка, тогда как уровень ГП – нМ/мг ткани.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

В 1-й стадии исследований для определения летальной концентрации инсектицида актары семимесячных особей сазана (*Cyprinus carpio Linne*) массой 15-40 г помещали в контейнеры объёмом 40 л, заполненных пресной водой с непрерывной искусственной аэрацией. В каждый контейнер помещали по 6 особей и растворили гранулы актары в следующем порядке: 1-й – 250 мг/л, 2-й – 320 мг/л, 3-й –350 мг/л, 4-й – 370 мг/л, 5-й – 400 мг/л и 6 – 450 мг/л (Табл. 1). При концентрации инсектицида 250 мг/л за 5 сут выжили все животные, при концентрации 320 мг/л погибло 1 животное из 6, при 350 мг/л – погибло 2 животных из 6, при 370 мг/л – 3 животных из 6, при 400 мг/л и выше – погибли все животные (таблица 1). Расчёт

среднелетальной концентрации LC 50 инсектицида актары в пресной воде для особей сазана позволил установить, что она равна 360 мг/л.

Во 2-й серии исследований была изучена возможность формирования феномена прекондиционирования в отношении воздействия инсектицида актары. Было обнаружено, что в группе животных из опытной группы, которых помещали в воду с концентрацией актары 400 мг/л, все особи погибли в течение первых суток после начала экспозиции. Вместе с тем, в группе контрольных животных, которых предварительно выдерживали в течение 1 сут в воде, содержавшей инсектицид актару в концентрации 100 мг/мл, после перевода животных в воду, содержавшую инсектицид в концентрации 400 мг/мл, по прошествии 5 сут выжили все особи ($p<0.001$).

Таблица 1. Расчёт сублетальной концентрации LC50 инсектицида актары для особей сазана по Finney (1971)

Концентрация актары, мг/л	Число погибших/общее число особей	LC50
450	1.0 (n=6)	360
400	1.0 (n=6)	
370	0.50 (n=6)	
350	0.33 (n=6)	
320	0.17 (n=6)	
250	0 (n=6)	

Для изучения подлежащих молекулярных механизмов феномена прекондиционирования в отношении инсектицида актары были проведены следующие исследования. В 3-й серии исследований определение уровня СМАБ в головном мозге и печени особей сазана, содержавшихся в течение 1 сут в воде с примесями инсектицида актары в концентрации 100 мг/л, выявило значительное его повышение в головном мозге и печени у особей сазана опытной группы относительно его уровня в тканях интактных животных, особенно выраженное в печени (на 57%; Рис. 1).

В частности, в головном мозге животных опытной группы уровень СМАБ составлял 0.186±0.003 оптических единиц, а у интактных животных – 0.199±0.001 опт. ед. ($p<0.001$). В печени животных опытной группы уровень СМАБ составлял 0.105±0.005 опт. ед., в то время как в печени интактных его уровень равнялся 0.067±0.005 опт. ед. ($p<0.001$). Таким образом, содержание особей сазана в течение суток в воде с примесями актары в концентрации 100 мг/л индуцирует повышение уровня СМАБ в тканях животных.

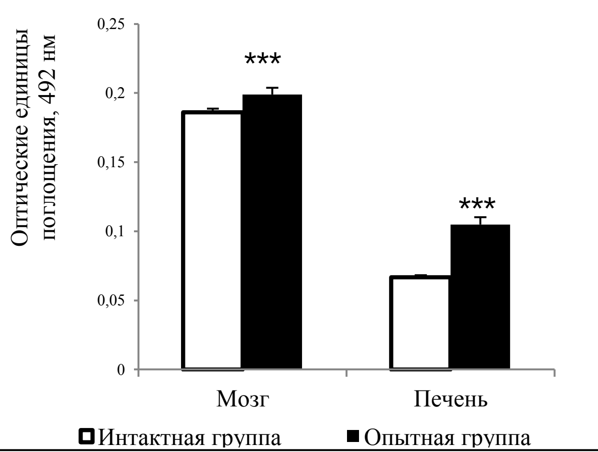


Рисунок 1. Влияние прекондиционирования особей сазана при концентрации пестицида актары в среде 100 мг/л на уровень СМАБ в тканях. *** - $p<0.001$.

В 4-й серии исследований было обнаружено, что внутримышечное введение СМАБ животным перед помещением в воду, содержавшую летальную концентрацию инсектицида актары (400 мг/л), приводит к выживанию всех особей из опытной группы в течении 5 сут, тогда как в контрольной группе за этот период выжило лишь 35% (6 из 17) животных ($p<0.001$; Рис. 2).

В 5-й серии исследованиях по завершении 5-суточной экспозиции выжили все особи сазана из обеих групп. Было обнаружено значительное усиление уровня ПОЛ в печени, жабрах и головном мозге особей сазана под влиянием экспозиции в сублетальной дозе инсектицида актары.

Следует отметить, что характер изменения уровня МДА и ГП в указанных тканях под влиянием инсектицида носил не однонаправленный характер. В частности, если в печени и головном мозге контрольных животных, которым перед помещением их в воду с примесями инсектицида вводили инактивированный СМАБ, отме-

чалось снижение уровня МДА и ГП по сравнению с интактными животными, то в жабрах у этих особей, напротив, наблюдалось увеличение уровня этих показателей ПОЛ. В частности, уровень МДА в печени особей контрольной группы был равен $1.85\times10^{-8}\pm0.93\times10^{-8}$ мкМ/мг белка, тогда как у интактных животных он равнялся $2.136\times10^{-6}\pm1.89\times10^{-7}$ мкМ/мг белка ($p<0.001$; Рис. 3). Уровень ГП в контрольной группе животных был равен $2.128\times10^{-6}\pm5\times10^{-7}$ мкМ/мг ткани, а у интактных животных – $2.64\times10^{-6}\pm5.9\times10^{-7}$ мкМ/мг ткани.

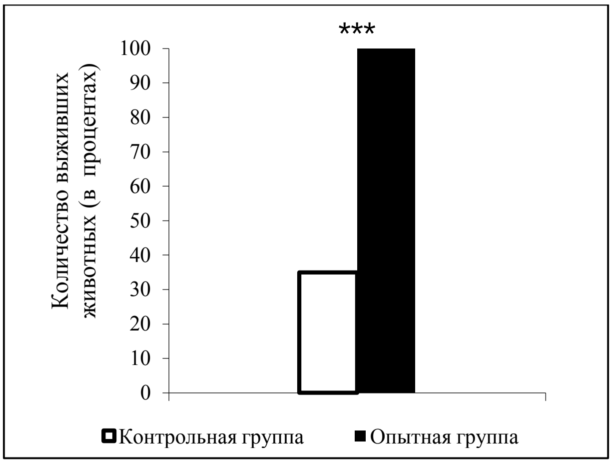


Рисунок 2. Влияние в.м. введения СМАБ на выживаемость особей сазана, подвергнутых воздействию инсектицида актары. *** - p<0.001.

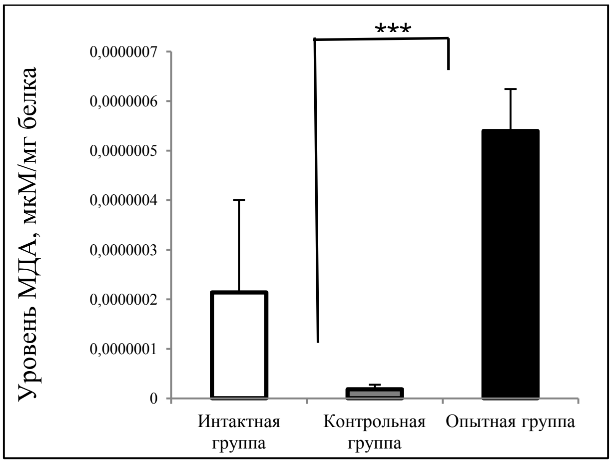


Рисунок 3. Влияние СМАБ на уровень МДА в печени особей сазана на фоне действия инсектицида актары. *** - p<0.001.

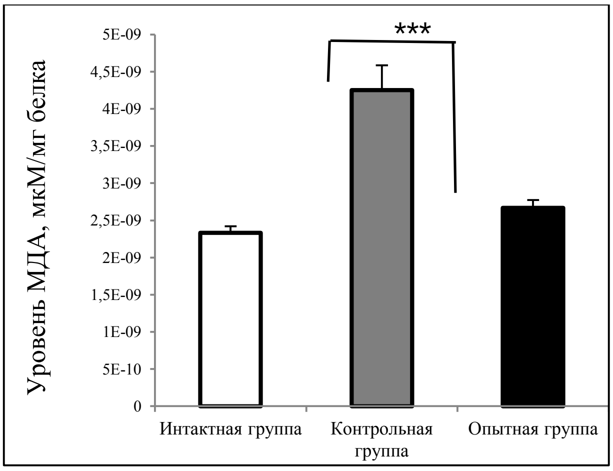


Рисунок 4. Влияние СМАБ на уровень МДА в жабрах особей сазана на фоне действия инсектицида актары. *** - p<0.001.

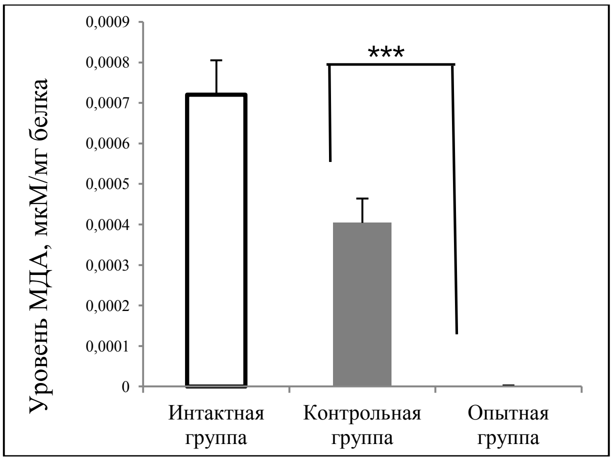


Рисунок 5. Влияние СМАБ на уровень МДА в головном мозге особей сазана на фоне действия инсектицида актары. *** - p<0.001.

В жабрах особей контрольной группы уровень МДА был равен $4.25\times10^{-9}\pm3.36\times10^{-10}$ мкМ/мг белка, тогда как у особей интактной группы – $2.33\times10^{-9}\pm8.6\times10^{-11}$ мкМ/мг белка ($p<0.001$; Рис. 4). Уровень ГП в жабрах особей контрольной группы был равен $1.029\times10^{-6}\pm9.27\times10^{-8}$ мкМ/мг ткани, а у особей интактной группы – $7.75\times10^{-9}\pm2.89\times10^{-10}$ мкМ/мг ткани ($p<0.05$). В головном мозге особей контрольной группы уровень МДА был равен $4\times10^{-4}\pm6\times10^{-5}$ мкМ/мг белка, а у животных интактной группы его уровень соответствовал $7.2\times10^{-4}\pm8.5\times10^{-5}$ мкМ/мг белка ($p<0.001$; Рис. 5). Уровень ГП в головном мозге особей контрольной группы

был равен 0.0028±0.00034 мкМ/мг ткани, в то время как у интактных животных их уровень равнялся 0.0044±0.00045 мкМ/мг ткани ($p<0.001$; Рис. 6).

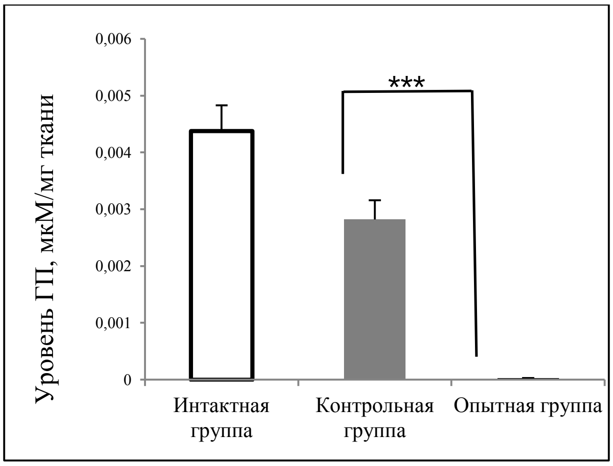


Рисунок 6. Влияние СМАБ на уровень ГП в головном мозге особей сазана на фоне действия актары. *** - $p<0.001$.

Таким образом, экспозиция особей сазана в воде с сублетальной дозой инсектицида актары вызывает снижение уровней МДА и ГП в печени и головном мозге рыб. У животных опытной группы, которым перед помещением в воду, содержавшую инсектицид актару в сублетальной концентрации, внутримышечное введение СМАБ вызывало значительное изменение обоих показателей ПОЛ в исследованных тканях. В печени животных опытной уровень МДА был значительно выше, чем в контрольной группе животных и был равен $5.39\times10^{-7}\pm8.54\times10^{-8}$ мкМ/мг белка ($p<0.001$; Рис. 3).

В жабрах животных опытной группы уровень МДА был значительно ниже, чем в контрольной группе животных и равен $2.67\times10^{-9}\pm1.09\times10^{-10}$ мкМ/мг белка ($p<0.001$; Рис. 4) так же, как и уровень ГП в опытной группе, который был значительно ниже контрольного уровня и равнялся $7.29\times10^{-7}\pm6.14\times10^{-8}$ мкМ/мг ткани ($p<0.05$).

В головном мозге особей опытной группы уровень МДА был значительно ниже, чем в контрольной группе животных и равен $2.33\times10^{-6}\pm4.2\times10^{-6}$ мкМ/мг белка ($p<0.001$; Рис. 5). Уровень ГП в головном мозге особей опытной группы также был значительно ниже, чем в контрольной группе животных и равен $2.1\times10^{-5}\pm1\times10^{-5}$ мкМ/мг ткани ($p<0.001$; Рис. 6).

Таким образом, внутримышечное введение СМАБ особям опытной группы перед помещением их в воду, содержавшую инсектицид актару в сублектальной концентрации, приводит к нормализации уровней МДА и ГП в печени и жабрах животных, тогда как в головном мозге особей этой группы отмечается ещё большее снижение уровней МДА и ГП.

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Проведенные исследования продемонстрировали возможность формирования феномена прекондиционирования у особей сазана в отношении инсектицида актары, относящегося к группе неоникотиноидов. Большая часть опубликованных до сих пор результатов исследований касалась формирования прекондиционирования в отношении неблагоприятных факторов физической природы (Li et al., 2017; Maslov et al., 2012).

Как было выявлено ранее, инсектициды группы неоникотиноидов воздействуют на никотиновые ацетилххолиновые рецепторы (н-холинорецепторы) в пресинаптических участках серотонинергических нейронов. При этом н-холинорецепторы, локализованные в пресинаптических участках и на теле серотонинергических нейронов, оказывают модулирующее влияние на активность этих нейронов в дорсальных ядрах шва ствола головного мозга (Garduño et al., 2012). Итогом воздействия инсектицидов группы неоникотиноидов на н-холинорецепторы пресинаптических участков является снижение активности серотонинергических нейронов. Как показали результаты многолетних исследований первооткрывателя периферической серотонинергической нервной системы проф. В.М. Смирнова (Смирнов и др., 2015), наряду с симпатической и парасимпатической нервными системами в организме человека и животных присутствует также серотонинергическая нервная система, пронизывающая все периферические органы и ткани.

Проведенными исследованиями в различных сериях было выявлено и доказано, что в ос-

нове феномена прекондиционирования в отношении инсектицида актары лежит повышение активности серотонинергической системы в различных тканях животных. При этом, с одной стороны, определение уровня серотонин-модулируемого белка СМАБ выявило его повышение в тканях особей сазана, подвергнутых процедуре прекондиционирования в отношении инсектицида, а с другой стороны, внутримышечное введение СМАБ животным способствовало выживанию всех особей из опытной группы в условиях воздействия летальной дозы инсектицида, от воздействия которой погибла большая часть животных из интактной и контрольной групп во 2-й и 4-й сериях исследования.

В ранее проведенных исследованиях было обнаружено, что снижение уровня СМАБ в результате продолжительного воздействия неблагоприятных факторов химической природы, истощающего внутренние ресурсы организма, одновременно приводит к резкому, многократному возрастанию уровня мутагенных изменений в соматических клетках организма (Мехтиев и др., 2010). С другой стороны, блокада его активности поликлональными антителами без какого-либо воздействия неблагоприятных факторов также вызывает заметное увеличение уровня мутагенных изменений в соматических тканях (Мехтиев и др., 2010). Приведенные результаты исследований указывают на геномпротекторную и антимутагенную активность СМАБ. Следовательно, снижение уровня СМАБ в клетках в результате воздействия неблагоприятных факторов на организм животных позволяет раскрыть подлежащие механизмы негативного воздействия инсектицида актары на функционирование периферических органов и тканей.

Результаты ранее проведенных исследований в Институте физиологии им. академика Абдуллы Караева продемонстрировали, что введённый извне СМАБ стимулирует усиленный синтез БТШ70 в тканях животных. В частности, внутримышечное введение мышам СМАБ приводит через 5 ч к регистрируемому методом вестерн-блотинга резкому увеличению уровня БТШ70 в печени, не выявляемое у интактных животных (Аллахвердиева и др., 2019). При проведении опытов на крысах регистрация уровня экспрессии БТШ70 в печени у крыс через разные интервалы времени (1.5, 3 и 5 ч) после внутрибрюшинного введения СМАБ позволила выявить, что в наибольшей степени уровень БТШ70 возрастал через 3 ч (Nurullayeva et al., 2017). В проведенных нами экспериментах на кроликах со сформированной пигментной дистрофией сетчатки с помощью НИФА также было обнаружено, что введение СМАБ в стекловидное тело глаза вызывает многократное повышение уровня БТШ70 в сетчатке у животных (Исмайлова, Мехтиев, 2018). Вместе с тем, из данных литературы, а также из ранее полученных результатов исследований лаборатории «Молекулярных основ интегративной деятельности» известно, что БТШ70, являясь белками-шаперонами, обеспечивают защиту клеток тканей организма от воздействия неблагоприятных факторов различной природы, в том числе химической (токсины химической и бактериальной природы). Принимая во внимание эти данные, становятся понятными результаты 2-й и 4-й серий исследований. В 4-й серии исследований повышение уровня выживаемости у животных опытной группы, подвергнутых воздействию летальной дозы инсектицида актары, под влиянием предварительно введённого СМАБ, вероятно, связано с индукцией в их тканях синтеза БТШ70, обеспечивающих защиту клеток от повреждающего воздействия инсектицида.

Исследования, в которых искусственным образом снижали уровень БТШ70, продемонстрировали важную роль БТШ70 в процессах апоптоза. Было обнаружено, что клетки, лишенные двух генов, регулирующих синтез БТШ70, *hsp70.1* и *hsp70.3*, чрезвычайно чувствительны к апоптозу, индуцированному различными неблагоприятными воздействиями (Schmitt et al., 2003). Вместе с тем, в исследованиях, выполненных на клетках злокачественных опухолей, было выявлено, что снижение уровня БТШ70 в этих клетках приводит к их спонтанному апоптозу (Nylandsted et al., 2000). Следовательно, истощение ресурсов серотонинергических системы организма, приводящее к снижению синтеза БТШ70, может быть причиной апоптоза клеток особей сазана, подвергнутых воздействию инсектицида актары.

Выявленный в данной работе эффект инсектицида актары в виде снижения уровней

МДА и ГП в тканях печени и головного мозга, возможно, обусловлен истощением ресурсов серотонинергической системы организма животных. С другой стороны, повышение активности этой системы в результате феномена прекондиционирования или введения животным СМАБ, напротив, вызывает нормализацию показателей ПОЛ посредством снижения их значений в жабрах и повышения ПОЛ в печени до уровня интактных животных. Вместе с тем, в жабрах животных под влиянием инсектицида наблюдалась динамика уровней МДА и ГП, отличная от их динамики в печени и головном мозге, возможно, обусловленная непосредственным воздействием инсектицида на клеточные элементы жабр.

Полученные в данном исследовании результаты влияния СМАБ на уровни МДА и ГП в тканях, включая головной мозг, подвергнутых воздействию инсектицида актары особей сазана совпадают с ранее изученным характером его влияния на эти показатели в тканях молоди осетров, содержавшихся в воде с примесями полиароматических углеводородов (ПАУ) и тяжёлых металлов (Бахшалиева и др., 2010). В указанных опытах также наблюдалось заметное повышение уровней МДА и ГП и восстановление их уровней у экспонированных в неблагоприятных условиях животных опытной группы под влиянием СМАБ до их значений у интактных животных. Вместе с тем, полученные ранее результаты влияния блокады СМАБ антителами на уровни МДА и ГП, оказывающей воздействие, однонаправленное с влиянием ПАУ и тяжёлых металлов на эти показатели ПОЛ (Бахшалиева и др., 2010), раскрывают характер влияния сублетальных концентраций инсектицида на ткани особей сазанов.

ЛИТЕРАТУРА

Аллахвердиева Т.Н., Мехтиев Х.Ш., Гайсина А.А., Мехтиев А.А. (2019) Серотонин-модулируемый антиконсолидационный белок способствует выживанию животных разных видов при воздействии бактериальных и химических токсинов. *Журнал эволюц. биохимии и физиологии*, **55(1):** 23-27.

Бахшалиева Р.Р., Мехтиев А.А., Касимов Р.Ю. (2010) Участие серотонин-модулируемого антиконсолидационного белка в опосредовании воздействия неблагоприятных факторов на уровень пол в тканях молоди осетра. *Журнал эволюц. биохимии и физиологии*, **46(5):** 370-374.

Исмайлова У.С., Мехтиев А.А. (2018) Исследование репаративных механизмов в сетчатке и гипоталамусе, обеспечивающих восстановление родопсина в условиях дистрофии сетчатки у кроликов. *Вестник офтальмологии*, **134(5):** 39-46.

Мехтиев А.А. (2000) Обнаружение в головном мозге крыс белка, обладающего антиконсолидационными свойствами. *Бюллетень эксперим. биол. мед.,* **129(8):**147-150.

Мехтиев А.А., Мовсум-заде С.К. (2008) Антимутагенная активность серотонинергической системы и подлежащие механизмы у молоди осетров (*Acipenser gueldenstaedti persicus*) и серебряных карасей (*Carassius auratus*). *Журнал эволюц. биохимии и физиологии*, **44(5):** 476-481.

Мехтиев А.А., Палатников Г.М., Мовсум-заде С.К., Касимов Р.Ю. (2010) Возрастание уровня мутаций в тканях бычков и молоди осетров в условиях блокады антителами серотонин-модулируемого антиконсолидационного белка. *Журнал эволюц. биохимии и физиологии*, **46(5):** 375-379.

Смирнов В.М., Свешников Д.С., Циркин В.Н. (2015) Серотонинергические нервы. Москва: Медицинское информационное агенство, 376 с.

Asakawa T., Matsushita S. (1980) Coloring condition of TBA test for detecting lipid hydroperoxides. *Lipids,* **15(3):**137-140.

Garduño J., Galindo-Charles L., Jiménez-Rodríguez J et al. (2012) Presynaptic α4β2 nicotinic acetylcholine receptors increase glutamate release and serotonin neuron excitability in the dorsal raphe nucleus. *J. Neuroscience*, **32(43):** 15148-15157

Li S., Hafeez A., Noorulla F., Geng X., Shao G., Ren Ch., Lu G., Zhao H., Ding Y., Ji X. (2017) Preconditioning in neuroprotection: From hypoxia to ischemia. *Prog. Neurobiol*., **157(1):** 79–91.

Maslov L.N., Lishmanov Yu.B., Kolar F. et al. (2012) Hypoxic preconditioning – a phenomenon increasing the tolerance of cardiomyocytes to

hypoxia / reoxygenation. *Neuroscience and Behavioral Physiology*, **42(4):** 380–391.

Nurullayeva A.N., Aminov A.V., Shamilov E.N., Abdullayev A.S., Palatnikov G.M., Mekhtiev A.A. (2017) Preventive application of serotonin-modulating anticonsolidation protein (smap) from radiation damage. "Радіоекологія-2017". *Науково-практичної конференції із міжнародною участю. Збірник статей.* Київ, к. 21-23.

Nylandsted J., Rohde M., Brand K., Bastholm L., Elling F., Jaattela M. (2000) Selective depletion of heat shock protein 70 (Hsp70) activates a tumor‐specific death program that is independent of caspases and bypasses Bcl‐2. *Proc Natl. Acad. Sci. USA*, **97:**7871‐9876.

Schmitt E., Parcellier A., Gurbuxani S. et al. (2003) Chemosensitization by a non-apoptogenic heat shock protein 70‐binding apoptosis‐inducing factor mutant. *Cancer Res*., **63:** 8233‐8240.

Aktara neonikotinoid insektisidinə qarşı serotoninergik sisteminin antiapoptotik funksiyası

T.N. Allahverdiyeva[1], A.V. Aminov[2], A.Ə. Mehdiyev[2]

[1]AR KTN Azərbaycan Dövlət Aqrar Universiteti, Gəncə, Azərbaycan
[2]AMEA-nın akademik A.Qarayev adına Fiziologiya İnstitutu, Bakı, Azərbaycan

Aktara neonikotinoid insektisidinin təsirindən prekondisionlaşma fenomenində və toxumaların müdafiəsində serotoninergik sistemi öyrənilmişdir. Çəki (*Cyprinus carpio Linne*) fərdlərinin üzərində Finney üsulu vasitəsilə aktara insektisidinin subletal qatılığı hesablanılıb. Aktara insektisidinin letal qatılığına (400 mq/l, 1gün) qarşı prekondisionlaşma proseduru ilə balıqlarda dözümlülük yaradılırdı. Balıqların beyni və qaraciyərində dolayı immuno-enzim analizi üsulu ilə serotonin miqdarı ilə düz mütanasib əlaqəsində olan serotonin-modullu antikonsolidasiya zülalının (SMAZ; Mekhtiev, 2000) miqdarı təyin olunub. İnsektisidin letal qatılığının fonunda çəki fərdlərinin sağ qalmasına SMAZ-ın əzələdaxili yeridilməsinin təsiri öyrənilib. SMAZ-ın əzələdaxili yeridilməsini almış və insektisidin letal qatılığının təsirinə məruz qalmış çəki fərdlərinin beyin, qaraciyər və qəlsəmələrində malon dialdehid və hidroperoksidlər miqdarlarının əsasında Asakawa və Matsuşita üsulu (1980) ilə lipidlərin peroksidləşməsinin miqdarı müəyyən olunub. Çəki fərdləri üçün aktara insektisidinin subletal qatılığı 360 mq/l bərabərdir. Göstərilir ki, aktara insektisidinin letal dozasına məruz qalmış çəki balığı fərdlərində bu insektisidə qarşı prekondisionlaşma prosesinin aparılması və ya serotonin-modullu antikonsolidasiya zülalının onlara əzələdaxili yeridilməsindən heyvanların sağ qalmasına və onların toxumalarında lipidlərin peroksidləşməsinin səviyyəsinin normallaşdırılmasına imkan yaradır. Çəki fərdlərinin üzərində aktara neonikotinoid insektisidinin letal qatılıqlarına qarşı SMAZ-ın antiapoptotik fəallığının olması nəticəsinə gəlinir.

Açar sözləri: *Aktara neonikotinoid insektisidi, çəki balığının fərdləri, prekondisionlaşma fenomeni, serotonin-modullu antikonsolidasiya zülalı (SMAZ), lipidlərin peroksidləşməsi*

Anti-apoptotic activity of serotonergic system towards neonicotinoid actara

T.N.Allahverdiyeva[1], A.V.Aminov[2], A.A.Mekhtiev[2]

[1]*Azerbaijan State Agrarian University, Ministry of Agriculture of the Republic of Azerbaijan, Ganja, Azerbaijan*
[2]*Academician A. Garayev Institute of Physiology, Azerbaijan National Academy of Sciences, Baku, Azerbaijan*

The role of serotonergic system in the phenomenon of preconditioning and protection of fish tissues from impact of neonicotinoid insecticide actara has been studied. Sub-lethal concentration of insecticide actara was calculated for the specimens of sazan *(Cyprinus carpio Linne)* with the application of the Finney method. The resistance to the lethal concentrations (400 mg/L, 5 days) of insecticide actara in the fish was created using the preconditioning procedure (100 mg/L, 1 day). The level of serotonin-modulating anticonsolidation protein (SMAP; Mekhtiev, 2000), being in linear relationship with serotonin, was measured in the fish brain and liver using the indirect solid-phase ELISA-test. The effects of i.m. administration of SMAP on survival of sazan specimens under impact of the lethal concentrations of insecticide were studied. Using the technique by Asakawa and Matsushita (1980), lipid peroxidation levels were determined based on the levels of malone dialdehyde and hydroperoxides in the brain, liver and gills of the sazan specimens subjected to the impact of sub-lethal concentrations of insecticide and i.m. administered with SMAP. Sub-lethal concentration of insecticide actara for sazan specimens was equal to 360 mg/L. It was shown that artificial upregulation of serotonergic system as a result of pre-conditioning towards insecticide actara or i.m. administration of SMAP to the sazan specimens, subjected later to the impact of lethal concentrations of insecticide actara, promotes their survival and normalization of lipid peroxidation in their tissues. The conclusion concerning anti-apoptotic activity of SMAP towards the impact of the lethal concentrations of neonicotinoid insecticide actara in the sazan specimens has been made.

Keywords: *Neonicotinoid insecticide actara, sazan specimens, pre-conditioning phenomenon, serotonin-modulating anticonsolidation protein (SMAP), lipids peroxidation*

Həyat elmləri və biotibb jurnalı, cild 74, №2, səh. 52-57 (2019)

Gəncə-Qazax bölgəsinin üzümlüklərinin yırtıcı gənələri (*Acarı*)

Z.Y. Musayeva*, O.X. Aslanov

AMEA Zoologiya İnstitutu, A.Abbaszadə, 1128, 504 məhəllə, Bakı AZ 1004, Azərbaycan;
**E-mail: musayevazohra@mail.ru*
Çapa qəbul edilmişdir: 27.10.2019

Məqalədə Azərbaycanın Gəncə-Qazax bölgəsinin rayon və kəndlərinin üzümlüklərinin zərərvericisi olan aktinedid gənələrin sayını tənzimləyən akarifaqların növ tərkibi, qidalanması, bioekoloji xüsusiyyətləri haqqında məlumat verilir. 2014-2016-cı illərdə tədqiqat aparılan ərazidə 2 dəstəyə, 5 fəsilə, 16 cinsə aid olan 23 növ yırtıcı gənə tədqiq edilmişdir.

Açar sözlər: *Gənə, fəsilə, cins, növ, akarifaq, üzüm*

GİRİŞ

Əlverişli iqtisadi-coğrafi mövqeyə malik olan Gəncə-Qazax üzümçülük və şərabçılıgın bütün dövrlərdə inkişaf etdirildiyi bölgələrdən biri olmasına baxmayaraq, burada üzümə ziyan vuran gənələr və onların akarifaqlarının faunası çox zəif öyrənilmişdir. Bu səbəbdən də bölgədə fitofaq gənələrlə yanaşı onların fəaliyyətlərini zəiflədən akarifaqların say dinamikasını, yırtıcılıq qabiliyyətini öyrənmək mühüm praktik əhəmiyyət kəsb edir. Çunki müasir dövrün vacib məsələlərindən biri zərərvericilərə qarşı mübarizə tədbirlərinin elmi əsaslarının işlənib hazırlanmasıdır. Bu mübarizə tədbirləri içərisində bioloji mübarizə xüsusilə fərqlənir. Canlılar üçün təhlükəsiz olan bu üsulla nəinki sorucu gənələrlə mübarizə aparılır, həm də onların kütləvi çoxalmasına imkan verilmir. Bioloji mübarizədə akarifaqlardan istifadə etmək ekoloji və iqtisadi cəhətdən də çox əhəmiyyətlidir. Məqsəd zərərverici gənələrlə birgə onların sayının tənzimlənməsində özünə məxsusluğuna görə həmişə diqqət mərkəzində duran yırtıcı gənələrin rolunu müəyyənləşdirmək olmuşdur. Toplanan yırtıcı gənələr aşagıdakı taksonomik qruplarda birləşirlər.

Beləliklə, təqdim edilən bu məqalədə üzümlüklərdə yaşayaraq artan və qidalanması, bioloji xüsusiyyətləri, yırtıcılıq qabiliyyəti ilə fərqlənən, fitofaq gənələrin sayının biotənzimlənməsində çox böyük rol oynayan 2 dəstə (Mesostigmata, Actinedida) 5 fəsiləyə (Phytoseiidae, Tydeidae, İolinidae, Stiqmaeidae, Anystidae), 16 cinsə aid 23 növ təsərrüfat əhəmiyyətli yırtıcı gənələrdən bəhs edilir.

MATERİAL VƏ METODLAR

Tədqiqat işi 2014-2016-cı illərdə Gəncə-Qazax bölgəsinin rayon və kəndlərində, qəsəbə və həyətyanı sahələrində olan tənək üzərində aparılmışdır. Materialların toplanması və işlənilməsi metodik cəhətdən 2 hissədən ibarət olmuşdur: Çöl işi və laboratoriya işi. Çol işi ezamiyyətlər zamanı Gəncə-Qazax bölgəsinə aid olan rayonlarda aparılmışdır. Laboratoriya işləri isə Zoologiya institutunun “Araxnologiya”, indiki “Quru onurğasızları” laboratoriyasında yerinə yetirilmişdir.

Materiallar akarologiyada qəbul olunmuş metodlarla toplanılıb və 70-80%- li etil spirtində fiksə edilib, etiketləndirilmişdir.

Növlərin təyin edilməsi üçün For mayesinin köməyi ilə daimi preparatlar hazırlanmışdır. Preparatlarda olan həmin növlər MBS-1; MBS-2 MBİ-3; mikroskoplarının köməyi ilə təyin edilmişdir.

Cədvəl 1. Gəncə-Qazax bölgəsinin üzümlüklərində rast gələn akarifaqlar

Taksonomik qruplar	Növlərin sayı	Qidaları
Mesostigmata		
Phytoseiidae	15	Tor və fır gənələri
Actinedida		
Tydeidae	4	Tor, fır, yastıbədən gənələri
Stigmaeidae	1	Tor gənələri, mənənələr
İolinidae	1	Tor, fır, yastıbədən gənələr və onların yumurtaları
Anystidae	2	Xırda buğumayaqlılar

NƏTİCƏLƏR VƏ ONLARIN MÜZAKİRƏSİ

Mesostiqmata dəstəsinin Phytoseiidae fəsiləsinə aid olan gənələr *(Parasitiformes:* Phytoseiidae) bitkiyeyən gənələr və xırda həşəratlarla qidalanaraq yırtıcı həyat tərzi keçirirlər. Əksər ölkələrdə onların bir sıra növlərinin bu xüsusiyyətlərini nəzərə alaraq, fitofaq gənələrə qarşı bioloji mübarizədə təbii vasitə kimi istifadə edilir (Аббасова и др., 1983). Fəsilənin 2000-dən yuxarı növü məlumdur. Azərbaycan faunasında 15 cinsə aid 75 növ aşkar edilib ki, onların da yayılması iki ekoloji qrupa ayrılır: 1-ci ağac və kol bitkilərini, 2-ci isə ot bitkilərini üstün tutanlar. Növ tərkibinin müxtəlifliyi və miqdar çoxluğu ilə seçilən bu gənələrin əsas qışlama yerləri qabıqların çatlarıdır, onların aktiv fəaliyyəti yarpaqların əmələ gəlməsi dövrünə düşür və payızın axırlarına qədər davam edir (Аббасова и др., 1983). Aktiv yırtıcı hesab olunan və əsasən yarpaq səthində rast gələn bu akarifaqlardan 10 cinsə mənsub 15 növ fitoseyid gənəsi aşkar edilmişdir.

Cədvəldə göstərilən 10 cinsə mənsub 15 növ fitoseid gənəsindən aktiv yırtıcı hesab olunan və ən çox rast gəlinən perspektivli növlər aşağıdakılardır: *Amblyseius andersoni*, *Euseius finlandicus*, *Kampimodromus aberrans, Phytoseius plumifer*.

Cins *Amblyseius* Berleze, 1914

Amblyseius andersoni (Chant, 1957) – Azərbaycanda geniş yayılıb. Ən çox ağac və kollarda, otlarda, üzümlüklərdə rast gələn bu növ tor gənələri ilə qadalanaraq, onları aktiv surətdə məhv edir. Avropa: Cənubi Qafqaz: Şimali Afrika; Şərqi Asiya (Yaponiya); Şimali Amerika.

Cins *Euseius* Wainstein, 1962

Euseius finlandicus (Oudemans, 1915) – Azərbaycanda geniş yayılan bu növ tetranixid gənələrinin effektli yırtıcılarindandır. Onlar qış diapauzasina gedən gənələrlə qidalanmırlar. Avropa: Qafqaz; Asiya (Orta Asiya: Qazağıstan; Yaxın Şərq; Hindistan; İndoneziya; Yaponiya); Şimali Amerika (ABŞ; Kanada); Avstraliya.

Cins *Kampimodromus* Nesbit, 1951

K. aberrans (Oudemans,1930) –Azərbaycanda geniş yayılıb, tez-tez rast gəlir. Çox saylı və xüsusiləşmiş növdür. Yetkin dişiləri çox acgözdür. Tor gənələrinin effektli yırtıcısı hesab edilir. *Tetranychus viennensis, Tetranychus turkestani, Bryobia redikorzevi, Tetranychus urticae, Panonychus ulmi* gənəsinin inkişafının bütün mərhələləri ilə aktiv surətdə qidalanır. (Алиев, 1965). Yırtıcılıq fəaliyyəti apreldən oktyabra qədər davam edir. Müəyyən miqdarı iyundan sentyabra qədər uzanır və ən yüksək həddə çatır. Mayalanmış dişilər qışlayır. Adətən qışlama yerləri qabıqların çatlarıdır. Avropa, Qafqaz: Asiya (Yaxın Şərq), Şimali Afrika, Şimali Amerika.

Cins *Phytoseius* Ribaga, 1902

P. plumifer (Canestrini et Fanzago, 1876)

Azərbaycanın hər yerində yayılıb. Müxtəlif bitkilərdə rast gəlinən bu növ bütün vegetasiya dövründə dominantlıq edir. Onların miqdarı iyundan-centyabra qədər sürətlə artır. Eriofiid gənələri və yalançı çanaqlı yastıcalarla qidalanaraq, onların sayını nəzərə carpacaq dərəcədə məhdudlaşdırır.

Dünyada yayılması: Cənubi (İtaliya) və Şərqi (Ukrayna: Krım) Avropa; Qafqaz, Asiya (Qazagıstan, İsrail)

Cins *Amblydromella* Muma, 1961

A. recki (Wainstein,1958)- Dişiləri qabıqların çatlarında, tor və tideid gənələrin koloniyalarında qışlayır. İlk dövrdə dişilər 35-40 tor gənəsini, onların 12-15 nimfasını, 5-10 yumurtasını məhv edir. Tor gənələri olmasa bu yırtıcı tideid gənələrilə qidalanır.

Şərqi Avropa (Ukrayna: Krım); Qafqaz; Asiya (Qazaxıstan və Orta Asiya).

Cins *Typhlodromus* Scheuten, 1857

T. cotoneastri Wainstein, 1961 – Əsasən fır gənələriylə qidalanır. Yay-payız aylarında fırları deşib ora daxil olur, gənələri və onların bütün mərhələlərini tələf edir. Həmçinin xırda həşəratlar və tor gənələrilə qidalanaraq onların miqdarını aşağı salır.

Dünyada yayılması: Cənubi (İtaliya, Yunanıstan) və Şərqi (Pribaltika, Ukrayna, Moldova,) Avropa; Cənubi Qafqaz, Asiya (İsrail).

Ümumiyyətlə, fitofaq gənələrin ən effektli akarifaqları Phytoseidae fəsiləsinə aid olan gənələrdir ki, onlar da çox geniş yayılmışlar və bioloji mübarizədə uğurla tətbiq oluna bilərlər (Бондаренко, 1970; Лившиц, 1990).

Təbii düşmənlər içərisində fitoseyid gənələrindən başqa güclü yırtıcı kimi tideid (Tydeidae) gənələri də xüsusi yer tutur.

Cədvəl 2. Gəncə-Qazax bölgəsinə aid rayonlarin üzümlüklərində rast gələn fitoseyid gənələri

N	Növlərin adları	Yayılması	Qidaları
1	*Kampimodromus aberrans* (Oudemans,1930)	Gədəbəy, Gəncə, Tovuz, Şəmkir, Göygöl, Ağstafa	*Tetranychus urticae Tetranychus viennensis, Eotetranychus carpini, Panonychus ulmi, Tetranychus turkestani, Bryobia redikorzevi, Schizotetranychus pruni,* eriofid və tideidlər
2	*Bawus talbii* (Athias-Henriot, 1960)	Gədəbəy, Şəmkir, Göygöl, Gəncə	Tor və fır gənələri
3	*Paraseiulus triporus* (Chant et Yoshida Shaul, 1982)	Qazax, Ağstafa, Tovuz	Tor və fır gənələrinin sürfələri
4.	*Paraseiulus soleiger* (Ribağa, 1904)	Gədəbəy, Göygöl, Gəncə, Şəmkir	*Tetranychus viennensis, Schizotetranychus pruni,* Tetranychus urticae, *Panonychus ulmi*, Tenuipalpidae fəsiləsinin bəzi növləri
5	*Typhlodromus pyri* Scheuten, 1857	Ağstafa	Tor və fır gənələri
6	*Typhlodromus cotoneastri* Wainştein,1961	Tovuz, Şəmkir, Gəncə, Göygöl, Gədəbəy	*Tetranychus viennensis, Tetranychus urticae Aculus cornutus* – un bütün fazaları ilə
7	*Amblydromella rhenata* (Oudemans, 1905)	Göygöl	*Schizotetranychus pruni, Tetranychus viennensis, Tetranychus turkestani,* fır gənələri, bəzi xırda buğumayaqlılar
8	*Amblydromella georgica* (Wainstein, 1958)	Şəmkir, Göygöl, Gəncə	*Schizotetranychus pruni, Tetranychus urticae*
9	*Amblydromella recki* (Wainstein, 1958)	Qazax, Ağstafa	*Tor və fir gənələri, onların nimfa və sürfələri*
10	*Typhloctonus tiliarum* (Oudemans, 1929)	Gədəbəy, Tovuz, Göygöl, Gəncə	*Tetranychus viennensis, Tetranychus urticae*
11	*Phytoseius plumifer* (Canestrini et Fanzago, 1876)	Gəncə, Ağstafa, Qazax, Şəmkir, Göygöl, Goranboy	*Bryobia redikorzevi, Panonichus ulmi*, fır gənələri
12.	*Euseius finlandicus* (Oudemans, 1915)	Gəncə, Şəmkir, Tovuz, Göygöl, Gədəbəy	*Tetranychus viennensis, Tetranychus urticae, Panonychus ulmi, Bryobia redikorzevi, Schizotetranychus pruni*
13	*Amblyseius andersoni* (Chant, 1957)	Gədəbəy, Gəncə, Göygöl	Panonychus ulmi, Bryobia redikorzevi, *Schizotetranychus populi,* Tetranychus viennensis.
14	*Amblyseius similis* (Koch, 1839)	Gədəbəy	*Tetranychus viennensis, Tetranychus turkestani, Tetranychus urticae,* fır gənələri
15	*Neoseiulus bicaudus* (Wainstein,,1962)	Gəncə	*Tetranychus urticae, Tetranychus viennensis, Bryobia redikorzevi*

Cədvəl 3. Üzüm bağlarında rast gələn tideid və iolinid gənələri

N	Növlərin adı	Yayılması	Qidası
1	*Tydeus californicus* (Banks, 1904)	Gəncə, Şəmkir, Qazax, Göygöl	*Tetranychidae, Eriophyidae, Tenuipalpidae* fəsiləsinin bəzi növləri
2	*T. longisetosus* Kuznetsov et Zapletina, 1972	Şəmkir, Ağstafa	*Tetranychidae*
3	*Lorryia mali* (Oudemans, 1929)	Qazax, Şəmkir	*Eriophyidae*
4	*Lorryia ferulus* Baker, 1944	Tovuz, Ağstafa	*Eriophyidae*
5	*Pronematus anconai* Baker, 1944	Gəncə, Göygöl,	Tor, fır gənələri, yastıbədən gənələr və onların yumurtaları

Hal-hazırda dünya faunasında 200 növ tideid gənəsi məlumdur. Bu gənələr xırda (100-500 mkm), oval və ya uzunsov, solgun sarı, qəhvəyi, çəhrayı və ya yaşıl rəngli olurlar. Əksər növü yırtıcı həyat tərzi keçirir, zərərverici gənə və onların yumurtaları ilə, xırda həşərat və buğumayaqlılarla qidalanırlar. Yay-payız fəsli zamanı 4 ayaqlı gənələrin fırlarına daxil olur və onların bütün fazaları ilə qidalanırlar. Azərbaycanda 2 cinsdən 14 növ məlumdur ki, onlardan da 2 növ (*Lorryia ferulus, Lorryia mali*) Qafqaz faunası üçün ilk dəfə Z.Y.Musayeva tərəfindən aşkar edilmişdir. (Мусаева и др., 1993).

Beləliklə, üzümlüklərdə aşkarlanan növlər aşagıdakı cədvəldə öz əksini tapmışdır.

Dəstə: Actinedida

Fəsilə: Tydeidae Kramer, 1877

Bu fəsilə Azərbaycan faunasında 2 cinsə aid 14 növlə təmsil olunub.

Cins: *Tydeus* Koch, 1836

Tydeus californicus (Banks, 1904) – Geniş yayılmışdır.

Azərbaycanda, Gürcüstanda, Krım və Latviyada müxtəlif ağac və kollarda, meşələrdə, çəmənliklərdə, üzümlüklərdə və s. rast gəlir. (Верещагина, 1958; Ливщиц и др., 1990). Çox saylıdır. Tor gənələrinin effektli yırtıcısı olan bu növə aid material Qazax, Şəmkir, Göygöl rayonlarındakı üzüm bağlarından, Gəncə şəhərində isə həyətyanı sahələrdə olan üzüm bitkisi üzərindən yığılmışdır (Мусаева, 2011). Bağlarda, parklarda, meşələrdə, çəmənliklərdə, üzümlüklərdə yaşayaraq il boyu rast gələn bu kosmopolit növ tor və fır gənələri ilə qidalanaraq onların sayının biotənzimlənməsində xüsusi rol oynayır. Yumurta- diri doğandır. Eyni zamanda dişilərdə 10-12 yumurta inkişaf edir.Yetkin dişilər fır və yastıbədən gənələrlə, sürfələri və protonimfaları isə mənənələrin şehəbənzər bal ətirli ifrazatı ilə qidalanır. Kosmopolitdir .

Tydeus longisetosus Kuznetsov et Zapletina, 1972. Parklarda, üzümlüklərdə, sənaye bağlarında rast gələn bu növ Şəmkir və Ağstafa üzümlüklərindən yığılıb. Az tapılan növdür. Tor gənələrilə qidalanır. Şərqi Avropa; Ukrayna

Cins: *Lorryia* Oudemans, 1925 Tədqiqat yerində 2 növ aşkar etmişik.

Lorryia ferulus Baker, 1944*; Lorryia mali* (Oudemans, 1929) – Azərbaycan faunası üçün ilk dəfə şimali-şərqi Azərbaycanda (Quba, Xaçmaz) Z.Y.Musayeva tərəfindən qeyd edilən bu növlər Ağstafadan, Qazax rayonunun Musaköy, Qarapapaq və Alpout kəndlərindən, eləcə də Şəmkir, Tovuz rayonlarının kəndlərindən və həyətyanı sahələrində olan tənəklərin yarpaqları üzərindən yığılmışdır. Eriofiid gənələrinin bütün inkişaf mərhələlərilə qidalanan gənələr kütləvi halda tənək gövdəsinin qabığı altında qışlayırlar.

Dünyada yayılması: Avropa; Qafqaz: Krasnodar diyarı; Şimali Afrika; Şimali Amerika.

Fəsilə: İolinidae Pritchard, 1956

Bu fəsilənin Azərbaycanda 2 cinsə aid olan 3 növü var.

Cins: *Pronematus* Canestrini, 1886.

5. *Pronematus anconai* Baker, 1944 – Gəncədən və Göygöldən yığılıb. Bağlarda müxtəlif bitkilərdə, üzümlüklərdə tez-tez past gəlir. Nimfa və imaqoları tor və fır gənələrilə, hərdən də yastıbədən gənələr və onların yumurtaları ilə qidalanır. Bu növ də fitofaq gənələrin miqdarına güclü təsir edir və yüksək effektli yırtıcılardan hesab olunur (Мусаева и др., 2007; Baker 1968)

Dünyada yayılması: Cənubi (İtaliya) və Şərqi (Ukrayna: Krım) Avropa: Şimali (ABŞ və Meksika) və Cənubi (Argentina) Amerika.

Yırtıcı gənələrdən Stiqmaeidae Oudemans, 1931 fəsiləsinə aid də material toplanmışdır. Oval, girdə və ya uzunsov formalı, qırmızı-qonur rəngli xırda gənələrdir. Yırtıcıdırlar. Xırda buğumayaqlılarla və onların yumurtaları ilə qidalanır, xəzəlin altında, ağac – kolların yarpaqları üzərində, ot bitkilərində məskunlaşırlar. 1 fəsilə (Stiqmaeidae), 1 cins (*Zetzelia*)*,* 1 növ (*Z.mali*) Azərbaycan faunası üçün ilk dəfə Musayeva tərəfindən aşkar edilmişdir (Мусаева и др., 1993) Bu gənələr fitoseidlərə nisbtən kimyəvi dərmanların təsirinə tez uyğunlaşır və öz saylarını daha tez bərpa edirlər. Bu fəsilədən cəmi bir növ tədqiq edilmişdir:

Cins: *Zetzelia* Oudemans,1927

6.Zetzelia mali (Ewing, 1917)- Koksid və tor gənələrinin koloniyalarında rast gəlinir. Xırda, oval formalı, sarımtıl-narıncı və ya kəhrəba rəngli gənədir. İnkişafının bütün mərhələlərində koksid, tor, fır, yastıbədən, tideid, fitoseyid gənələrilə və s. ilə qidalanır. Həyatı dövründə qırmızı meyvə gənəsi- *Panonychus ulmi*-nin 30-a qədər yumurtasını soraraq məhv edir. Bunlarda kannibalizm də müşahidə olunur. (Бондаренко и др; 1970)

Mayalanmış dişilər tənək qabıqlarının çatlarında qışlayır. Apreldə 12ºC temperaturda onlar qışlama yerlərini tərk edir, tənəyin yarpagının alt səthinə keçir və burada yumurta qoyurlar. İnkişafları yumurta, sürfə, protonimfa, deytonimfa, yetkin gənə (erkək və dişi) mərhələlərindən ibarətdir. 20-25ºC temperaturda ontogenez 30 günə qədər uzanır. İl ərzində 2-4 nəsil verir. Bu gənənın təbiətdə kütləvi miqdarı avqust və sentyabr aylarına düşür.

Dünyada yayılması: Qafqaz: Krasnodar ölkəsi; Orta Asiya; İran; İsrail; Livan; Şimali Amerika (ABŞ və Kanada).

Fəsilə: Anystidae Oudemans, 1902

Azərbaycan faunasında 5 cinsə aid 7 növ aşkar edilib.

Cins: *Anystis* v. Heyden, 1826

7. Anystis baccarum (Linnaeus, 1758) – Giləmeyvəli anistis Azərbaycanda geniş yayılıb. Evribiont növdür. Ovalıqlardan yüksək dağlıq ərazilərə qədər rast gəlinir. Gəncə - Qazax bölgəsində Şəmkir (Aşağı Seyfəli kəndinin ətrafları) və Göygöldə (Hacıkənd qəsəbəsinin və Mixaylovka kəndinin ətrafları) tapılıb. Şəmkir rayonunda (Aşağı Seyfəli kəndi) üzümlüklərdən,daşların altından tapılıb(Aslanov 2008). Əsasən partenogenetik yolla çoxalır. Erkəkləri az rast gəlir. Daşların və döşəmənin altına qoyulan yumurtaları qışlayır. İldə 3 nəsil verir. Xırda buğumayaqlılarla, o cümlədən, ayaqquyruqlularla qidalanır. Kannibalizmdə müşahidə edilr. Kosmopolit növdür.

Cins: *Bechsteinia* Oudemans, 1936

8. Bechsteina schneideri Oudemans, 1936 - Azərbaycanın üzümlüklərindən, Şəmkir rayonunda (Aşağı Seyfəli kəndi) daşların altından tapılıb. Azərbaycanda geniş yayılıb. Evribiont növdür. Meşələrdə, arid seyrək meşələrdə, səhralarda, quru çöllərdə, dağ çəmənli bozqırlarda, üzümlüklərdə, meyvə bağlarında və süni meşə massivlərində rast gəlinir. Bəzən evlərə daxil olur. Abşeron yarımadasında il boyu fəaldır.

Dünyada yayılması: Cənubi (İtaliya) və Şərqi (Ukrayna: Krım) Avropa; Qafqaz (Şimali Osetiya); Orta Asiya (Асланов, 2008).

Beləliklə, qeyd olunanlara əsaslanaraq demək olar ki, tədqiq olunan ərazinin üzümlüklərindən toplanan akarifaqlar zərərverici gənələri, mənənə və yastıcaları həm qabıqdəyişmə dövründə, həm də yumurta mərhələsində intensiv surətdə məhv etməklə, onların kütləvi çoxalmalarına mane olur, artımlarının qarşısını aktiv surətdə alırlar.

ƏDƏBİYYAT

Аббасова Э.Д., Гаджиев А.Т., Заплетина В.П. (1983) Хищные клещи фитосейиды виноградной лозы в Азербайджане. Сб.: *Материалы симпозиума полезные насекомые и их охрана в Азербайджане*. Баку: Елм, 13-14.

Алиев А.А. (1965) Хищные клещи *Phytoseiidae,* ограничивающие численность вредных плодовых клещей. *Материалы научн. Сессии энтомологов Азербайджана*. Баку: 15-17.

Асланов О.Х. (2008) К изучению хищных актинедидных клещей (*Acariformes: Actinedida*) виноградников Азербайджана. Труды Общества Зоологов Азербайджана, **I:** 210-216.

Бондаренко Н.В., Емельянова В.А. (1970) Роль хищных клещей-фитосейид в регулировании плотности популяции красного плодового клеща (*Panonychus ulmi*) в Ленинградской области. *2-ое акарол. Совещ*. Киев: 77-80.

Верещагина В.В. (1958) О вредных и полезных клещах на плодовых культурах и винограде. *Бюлл. н. техн. информ. Молдавского н./и. инс-та садоводства виноградства и винодел*., 20-23.

Лившиц И.З., Секерская Н.П. (1990) Акарифаги (часть1). *Защита растений*, **8:** 48-50.

Мусаева З.Ю., Асланов О.Х. (1993) Хищные простигматидные клещи (*Acariformes: Prostiqmata*), связанные с деревьями р. *Prunus* в плодо-вых садах Куба-Хачмасской зоны Азербайджа-на. *Известия АН Азербайджана, сер. биол. наук*, **№1-3:** 51-53.

Мусаева З.Ю. (2011) Паутинные клещи и естественные враги плодовых культур Гянджа-Казахской зоны Азербайджана. *Биологические музеи: Роль и место в научно- практической конференции.* Махачкала: 108-112.

Мусаева З.Ю., Асланов О.Х. (2007) Фитосейиды (*Parasitiformes: Mesostiqmata: Phytoseiidae*) виноградников Азербайджана. *Известия НАНА, сер.биол. наук*, **№3-4:** 116-121.

Baker E.W. (1968) *Pronematus anconai* Baker *Ann. Entomol. Soc. America*, **61(5):** 1094.

Хищные клещи (*Acari*) виноградников Гянджа- Газахской зоны

З.Ю. Мусаева, О.Х. Асланов

Институт зоологии НАН Азербайджана, Баку, Азербайджан

В статье приведены сведения о видовом составе, питании, биоэкологических особенностях акарифагов, ограничивающих численность актинедидных клещей-вредителей виноградников в районах и селах Гянджа-Газахской зоны Азербайджана. В 2014-2016 годах на обследованной территории найдены 23 вида хищных клещей, относящихся к 15 родам из 5 семейств и 2 отрядов.

Ключевые слова: *Клещ, семейство, род, вид, акарифаги, виноград*

Predatory Mites of Vineyards of the Ganja-Gazakh Zone

Z.Y. Musayeva, O.Kh. Aslanov

Institute of Zoology, Azerbaijan National Academy of Sciences, Baku, Azerbaijan

The information about species composition, nourishment, bio-ecological features of acariphages, limiting the quantity of actinedid mites, the pests of vineyards in regions and villages of the Ganya-Qazakh zone of Azerbaijan was adduced in the article. In 2014-2016 years, 23 species of predatory mites belonging to 15 genera of 5 families and 2 orders were found on the explored territory.

Keywords: *Mite, family, genus, species, acariphage, vine*

Həyat elmləri və biotibb jurnalı, cild 74, №2, səh. 58-62 (2019)

Nar bitkisi üzərində mumlu yapon yalançı çanaqlı yastıcasının (*Ceroplastes japonıcus* Green, 1921) (*Hemiptera: Coccidae*) inkişafı

G.Ə. İsmayılova*, G.E. Qəhrəmanova

AMEA Zoologiya İnstitutu, A.Abbaszadə, 1128, 504 məhəllə, Bakı AZ 1004, Azərbaycan;
**E-mail: gulnas-ikmet@mail.ru*
Çapa qəbul edilmişdir: 27.12.2019

Təqdim olunan məqalədə nar bitkisinin əsas zərərvericilərindən olan mumlu yapon yalançı çanaqlı yastıcası, onun bioekoloji xüsusiyyətləri və təsərrüfat əhəmiyyəti haqqında aparılan tədqiqatların nəticələri verilmişdir. Bu zərərvericidə cinsi dimorfizm olduğu, sayının biotənzimlənməsində *Chilocorus renipustulatus* Scriba və *Chilocorus bipustulatus* L. yırtıcılarının müəyyən qədər rol oynadığı qeyd edilir. Zərərvericinin səmərəli entomofaqlarından *Scutellista cyanea* və *Microterys clauseni* növlərinin respublikaya introduksiya edilməsi məqsədəuyğun hesab edilir.

Açar sözlər: *Nar bitkisi, mumlu yapon yalançı çanaqlı yastıcası, cinsi dimorfizm, entomofaq*

GİRİŞ

Nar bitkisi (*Punica granatum* L.) narkimilər (Punicaceae) fəsiləsinə aid olub, hündürlüyü 1,5-5 m olan kol bitkisidir. Vətəni Azərbaycan, Orta Asiya, İran və Əfqanıstan hesab olunur. Bitkinin arealı olduqca geniş olub, rütubətli subtropik iqlimdən quru subtropik rayonlara qədər yayılmışdır. Nar bitkisini meyvə, texniki, dekorativ və müalicə məqsədilə becərirlər. Onun meyvələri həm təbii şəkildə, həm də emal olunaraq istifadə olunur. Sənayedə nar qabığından dubil maddələr, toxumlarından yağ alınır. Remontant (ildə bir neçə dəfə çiçəkləyib meyvə verən) tipli nar ağaclarından dekorativ bağçılıqda istifadə edilir (Nəbiyeva, 1966; Ercisli və b., 2011).

Nar bitkisi də meşə və meyvə ağacları kimi müxtəlif zərərvericilər tərəfindən yoluxduğuna və ciddi ziyan çəkdiyinə görə sistemli şəkildə mühafizəyə ehtiyacı vardır. Sənaye və ərzaq məhsulu kimi əhəmiyyətini nəzərə alaraq Azərbaycanda nar bitkisinin inkişafına və çoxalmasına ziyan vuran zərərvericilərinin növ tərkibinin aşkar edilməsi, onların bioekoloji xüsusiyyətləri, yayılması və entomofaqlarının öyrənilməsi vacib məsələlərdən biridir.

Meyvə, giləmeyvə və dekorativ bitkilərin ciddi zərərvericisi olan yalançı çanaqlı yastıcalar sorucu ağız aparatına malik olub, bitkilərin zoğ və yarpaqlarından hüceyrə şirəsini çəkir. Bu da maddələr mübadiləsinin pozulmasına, nəticədə yarpaq, zoğ və budaqların deformasiyasına və qurumasına, məhsulun kəmiyyət və keyfiyyətinin aşağı düşməsinə səbəb olur. Ümumiyyətlə, Azərbaycanda yalançı çanaqlı yastıcalar çox az öyrənilmişdir (Mustafayeva, 2013; Rzayeva L. və b., 2004).

Tədqiqatlar zamanı məlum olmuşdur ki, nar bitkisinin geniş yayılmış zərərvericilərindən biri də *Ceroplastes japonicus* - mumlu yapon yalançı çanaqlı yastıcasıdır.

MATERİAL VƏ METODLAR

Materialın toplanması və işlənməsi entomologiyada qəbul edilmiş üsullarla həyata keçirilmişdir (Борхсениус, 1950; Тряпицын, 1989; Фасулати, 1971). Müşahidələrin aparıldığı və entomoloji materialın toplandığı stasionar sahələr Göyçay, Kürdəmir, Neftçala rayonlarının (N 40°36.604, E 047°41.815; N 40°26.511, E 48°39.686; N 40°26.894, E 48°16.668) müxtəlif yaşlı nar bağlarından seçilmişdir. Bu məqsədlə il ərzində zərərverici ilə yoluxmuş ağaclardan 50 yarpaq və ya hər biri 10 sm uzunluğunda 10 zoğ götürülmüş və nümunələr laboratoriya şəraitində izlənilmişdir. Mumlu yapon yalançı çanaqlı yastıcasının fenologiyası öyrənilmişdir. Üzərində yastıcalar olan bitki nümunələri qurudulmuş, parazitləri öyrənmək üçün yoluxmuş budaqlar qapalı şü-

şə qablara yığılmışdır. Tədqiqat müddətində zərərvericinin həyat fəaliyyətini əks etdirən çoxlu sayda şəkillər və videomateriallar çəkilmişdir.

NƏTİCƏLƏR VƏ ONLARIN MÜZAKİRƏSİ

Mumlu yapon yalançı çanaqlı yastıcası (*Ceroplastes japonicus* Green, 1921) yarımsərtqanadlılar dəstəsinin (*Hemiptera*), koksidlər (*Coccidae*) fəsiləsinə aiddir. Növ Çin, Yaponiya, Koreya, Nepal, Fransa, Sloveniya, Türkiyə, Xorvatiya, Fransa, İtaliya, Abxaziya, Gürcüstan, Krasnodar vilayətində yayılmışdır (Борхсениус, 1950; Masten-Milek, 2007). Nar bitkisinin ciddi zərərvericilərindən biri olan mumlu yapon yalançı çanaqlı yastıcasına (şəkil 1, 2) 1970-ci illərin sonuna kimi Azərbaycan ərazisində rast gəlinməmişdir. Azərbaycana Gürcüstandan heyva tingləri üzərində gətirilmiş və ilk dəfə 1980-cı ildə Göyçayda heyva və nar bitkisi üzərində aşkar olunmuşdur.



Şəkil 1. Mumlu yapon yalançı çanaqlı yastıcası ilə yoluxmuş nar bitkisi (erkək fərdlər).

Bir müddətdən sonra Lənkəran-Astara zonasında da yoluxma ocağı qeydə alınmış, orada naringi, limon, dəfnə, heyva, feyxoa, yapon əzgili ağaclarını yoluxduraraq bu bitkilərin məhsuldarlığını xeyli aşağı salmışdır. Abşeronda isə 1981-ci ildə dəfnə ağacı üzərində qeyd olunmuş, sonrakı illərdə zərərverici tut, akasiya, gərməşov, sümşad, heyva, legistrum, murdarça, yapon əzgili və daş sarmaşığı üzərində rast gəlinmişdir. Polifaqdır, ədəbiyyat məlumatına görə, 30 fəsiləyə aid 130-dan çox, Azərbaycanda isə 25 növdən çox bitkiyə zərər vurması məlumdur (Rzayeva və b., 2004).



Şəkil 2. Mumlu yapon yalançı çanaqlı yastıcasının erkəklərinin çanağı və nimfası.

Ən çox tropik və subtropik meyvə ağaclarına, sitrus bitkilərinə, əncirə, çay kollarına və bir çox dekorativ bitkilərə (*Camellia rubens* Maskell, *C.destructor* Newstead, *C.floridensis* Comstock) ziyan vurur (Rainato və b., 2008). Gəlmə növ olduğundan təbii düşmənlərinin azsaylı olması, həmçinin küllü miqdarda yumurta qoyması mumlu yapon yalançı çanaqlı yastıcasının çox böyük sürətlə yayılmasına səbəb olmuşdur.

Nar kollarının gövdələrində, budaq və yarpaqlarında məskunlaşaraq, böyük kaloniyalar yaradırlar. Erkəklər əsasən nar bitkisinin yarpaqlarına, dişilər isə zoğ və budaqlarına yapışmış olurlar. Bitkinin yarpaq və budaqlarından hüceyrə şirəsini sorduğuna görə, yoluxmuş bitkilərin yarpaqları saralır, yeni zoğlar əmələ gəlmir, bitki inkişafdan qalır. Zərərverici tərəfindən ayrılan şirədə göbələklər inkişaf etdiyindən yarpağın üzəri qaralır və nəticədə fotosintez prosesi zəifləyir. Güclü yoluxma zamanı qabığın çatlamasına, bitkini zəiflədərək qurumasına səbəb olurlar. Vegetasiya müddətində bir nəsil verir. Mumlu yapon yalançı çanaqlı yastıcasında cinsi dimorfizm mövcuddur, yəni erkək və dişi fərdlər bir-birindən kəskin fərqlənir. İnkişaf prosesi qeyri-tam (yumurta, sürfə, yetkin fərd) çevrilmə ilə gedir. Erkək və dişi fərdlərin inkişafı da bir-birindən kəskin fərqlənir. Cinsi differensasiya yuxarı yaş mərhələsində başlayır. Son mərhələdə erkəklərin sürfələri uzunsov forma alaraq, birinci pronimfa, sonra isə ikinci mərhələnin nimfalarına çevrilirlər. Dişi fərdlər sürfə mərhələsindən sonra sükut fazasına keçdiyi halda, erkək

sürfələr fərqli olaraq sükut halı keçirmədən yetkin mərhələyə keçirlər. Erkək fərdin nimfasının qalxanı uzunsov oval olub, ağ rənglidir, ətrafında 13 ədəd ucu şiş mum çıxıntı olur, sanki ağ ulduza bənzəyirlər (şəkil 3).

Erkək fərdin sürfələri əsasən yarpaqların üst səthində damarlar boyu düzülərək, ağ rəngli çiçəkləri xatırladır. Avqustda yarpaqların üzərindəki çanaqları qaldırdıqda erkək nimfaların formalaşdığı görünür. Sentyabrın birinci və ikinci ongünlüyündə erkəklərin kütləvi uçuşu müşahidə olunur. Erkək fərdlər dişilərdən fərqli olaraq qanadlıdır (şəkil 4). Erkəklərin nimfalarının boş qalxanları yarpağın üzərində qalır. Onların ağız aparatı olmadığı üçün dişiləri mayalandırdıqdan sonra məhv olurlar. Yetkin dişilərin çanağı qısa ovalşəkilli olub, üstdən qabarıq kürəşəkilli, alt hissəsi qatlanmışdır. Bədəninin uzunluğu 1,5-5,0 mm olub, üzəri mum təbəqə ilə örtülüdür. Cavan fərdlərdə mum təbəqə 8 lövhəcikdən ibarətdir, yetkin fərdlərdə isə bu lövhəciklər qarışır (şəkil 5). Payızda mayalanmış dişi fərdlər nar bitkisinin cavan budaqlarında qışlamaya gedirlər.

Qışlamadan sonra, yazda dişi fərdlər sürətlə böyüməyə başlayaraq, ölçüləri bir necə dəfə artır. Mayın birinci ongünlüyündən başlayaraq mayalanmış dişi fərdlərin bədəni daxilində yumurtalar formalaşmağa başlayır. Mayın sonu və iyunun əvvəllərində qarıncığın altına yumurta qoyurlar. Yumurtaların sayı çoxaldıqca bədənlərinin alt səthi üst səthinə yapışmış olur.



Şəkil 3. Mumlu yapon yalançı çanaqlı yastıcasının çanağın altında erkək fərdlər.



Şəkil 4. Mumlu yapon yalançı çanaqlı yastıcasının yetkin erkək fərdi.



Şəkil 5. Mumlu yapon yalançı çanaqlı yastıcasının dişilərinin çanağı.

Yumurtaqoymanın son dövründə dişi fərdin bədəni çanaq şəklini alaraq yumurtaları mühafizə edir. Bir dişi fərd nar ağacında 1000-ə qədər yumurta qoya bilir. Zərərvericinin yumurtaları 0,5 mm ölçüdə uzunsov olub, qırmızımtıl qəhvəyi rəngdədir. İyun ayından başlayaraq iyulun ortalarına qədər yumurtalardan birinci yaş dövrünün qırmızımtıl rəngli sürfələri çıxır. Yumurtadan çıxmış sürfələr bir müddət çanağın altında qalır, onların uzunluğu təxminən 0,4 mm olub, ayaqları və bığcıqları vardır. Ayaqları nisbətən qalındır. Yaxşı inkişaf etmiş gözlər bədənin kənarlarında bığcığın 1-ci buğumunun əsasında yerləşmişdir. Sürfələr xortumcuqlarını bitki toxumalarına keçirərək cavan zoğ və yarpaqların şirəsini sorurlar. Onlar tezliklə nar bitkisinin vegetativ orqanlarına yapışaraq ətrafında mumdan yalançı qalxan əmələ gətirirlər. Sürfələr yapışdıqdan sonra hərəkətsiz olur, 3 dəfə qabıq dəyişərək böyüyürlər. Birinci yaş

mərhələsinin sürfələri hərəkətli olub "avara fərd" adlanır və bu mərhələdə küləklə ətraf bitkilərə yayılırlar. Cinsi dimorfizmin ilkin əlamətləri sürfələrin ikinci qabıqqəyişməsindan sonra müşahidə olunur. Sentyabrın sonunda kütləvi surətdə dişi fərdlərə rast gəlmək olur. Mumlu yapon yalançı çanaqlı yastıcası mənfi temperatura davamlıdır.

C.japonicus-un inkişafı üçün havanın temperaturunun 24-27˚C və rütubət 75-80% olması optimal hesab olunur (Lazarevska et al., 2017).

Qeyd etdiyimiz kimi, mumlu yapon yalançı çanaqlı yastıcasının vətəni Çin və Yaponiya olduğu üçün və Azərbaycana yaxın keçmişdə gəldiyinə görə respublikada bu zərərvericinin sayını tənzim edən səmərəli yerli entomofaq yoxdur. Lakin zərərvericinin biotənzimlənməsində *Chilocorus renipustulatus* Scriba və *Chilocorus bipustulatus* L. yırtıcıları az da olsa fəaliyyət göstərir. Ədəbiyyatda zərərvericinin effektiv entomofaqları olan *Scutellista cyanea* və *Microterys clauseni* növlərinin respublikaya introduksiya edilməsinin məqsədəuyğun olduğu qeyd edilir (Rzayeva və b., 2004). *Scutellista cyanea* (Hymenoptera: Pteromalidae) yastıcanın çanağının altında olan yumurtaları məhv edir. *Microterys clauseni* (Hymenoptera: Encyrtidae) isə yapon mumlu yastıcasının anal dəliyindən bağırsaq boşluğuna bir neçə yumurta qoyur və bu dəlikdən yumurtanın saplağı görünür. Sürfə əvvəlcə sahibin bağırsağının möhtəviyyatı ilə, ikinci qabıqdəyişmədən sonra isə bağırsaq divarını deşərək koksidin hemolimfası və toxuması ilə qidalanır (Тряпицын, 1989).

Hazırda Azərbaycan şəraitində nar bitkisinə ziyan vuran mumlu yapon yalançı çanaqlı yastıcasına qarşı yalnız kimyəvi mübarizə tədbirləri həyata keçirilir. Bu məqsədlə nar bağları bitkinin nisbi sakitlik dövründə 3-5%-li, vegetasiya dövründə isə 1%-li mineral yağ emulsiyaları ilə çilənməlidir. Qeyd olunan preparata Inidachloprid (350 qr/l) və ya Xlorpyrifos ethyl (350 qr/l) preparatlarından birinin əlavə edilməsi mübarizənin keyfiyyətinin yüksəlməsinə səbəb olur (Qurbanov və b., 2017). Lakin zərərverici xüsusi çanaqla "qorunduğu" üçün kimyəvi mübarizə həmişə səmərəli olmur.

ƏDƏBİYYAT

Qurbanov İ.S., Əliyev V.M., Sadıqova N.M. və b. (2017) Nar (*Punica granatum* L.). Bakı: Müəllim, 148 s.

Mustafayeva G.A. (2013) Azərbaycanın çanaqlı yastıcalarının (Homoptera, Diaspidinae) növ tərkibi, yayılması və trofik əlaqələri. *Azərbaycan Zooloqlar cəmiyyətinin əsərləri*, **5(№ 1):** 65-77.

Nəbiyeva Z.Y. (1966) Azərbaycanın subtropik bitkiləri. Bakı: Azərnəşr, s. 71-88

Rzayeva L.M., İbadova S.İ. (2004) Azərbaycanda karantin zərərvericiləri və onların təbii düşmənləri. Bakı: Elm, 44 s.

Борхсениус Н.С. (1950) Червецы и щитовки СССР. Москва-Ленинград, 128 с.

Фасулати К.К. (1971) Полевое изучение наземных беспозвоночных. М: Высшая школа, 424 с.

Тряпицын В.А. (1989) Наездники - энцертиды Палеарктики. Ленинград: Наука, 487 с.

Ercisli S., Gadze J., Agar G., Yildirim N., Hizarci Y. (2011) Genetic relationships among wild pomegranate (*Punica granatum*) genotypes from Coruh Valley in Turkey. *Genet Mol Res.*, **10:** 459-464

Lazarevska S., Naceski S, Krsteska V. (2017) The Japanese Wax Scale Ceroplastes japonicus Green, 1921 (Hemiptera: Sternorrhyncha: Coccidae), a New Species and Pest on Persimmon in the Republic of Macedonia. *Acta Zoologica Bulgarica*, **Suppl. 9:** 293-295.

Masten-Milek T., Seljak G., Šimala M. (2007) *Ceroplastes japonicus* (Green) (*Hemiptera: Coccoidea: Coccidae*) as new pest in Croatia and its distribution. *Lectures and Proceedings from the 8th Slovenian Conference on Plant Protection.* Radenci, Slovania, **6-7:** 330-334

Rainato A., Pellizzari G. (2008) Redescription of the adult male and description of second-instar male, prepupa and pupa of *Ceroplastes japonicus* Green (*Hemiptera: Coccoidae: Coccidae*). *Zootaxa*, **1895:** 25-38.

Развитие японской восковой ложнощитовки (*Ceroplastes japonıcus* Green, 1921) (*Hemıptera: Coccıdae*) на гранатовом дереве

Г.А. Исмаилова, Г.Э.Гахраманова

Институт зоологии НАН Азербайджана, Баку, Азербайджан

В статье представлены результаты исследований основного вредителя гранатового дерева- японской восковой ложнощитовки, ее биоэкологические особенности и хозяйственное значение. У данного вредителя имеется ярко выраженный половой диморфизм и в регуляции его численности хищники *Chilocorus renipustulatus* Scriba и *Chilocorus bipustulatus* L. играют незначительную роль. Для уменьшения численности японской восковой ложнощитовки целесообразно интродуцировать в республику эффективные энтомофаги *Scutellista cyanea* и *Microterys clauseni.*

Ключевые слова: *Гранатовое дерево, японская восковая ложнощитовка, половой диморфизм, энтомофаг*

Development of Japanese wax scale (*Ceroplastes japonicus* Green, 1921) (*Hemiptera: Coccidae*) on pomegranate

G.A. Ismayilova, G.E. Gahramanova

Institute of Zoology, Azerbaijan National Academy of Sciences, Baku, Azerbaijan

The article presents the results of the research on waxed japanese wax scale, bio ecological features and economic significance of major pomegranate pests. It is noted that this pest has a sexual dimorphism, and that *Chilocorus renipustulatus* Scriba, *Chilocorus bipustulatus* L. predators though minor, but play a role in its biological control. Introduction of *Scutellista cyanea* and *Microterys clauseni* species, which are an effective entomophage of pests, to the republic are considered reasonable.

Keywords: *Pomegranate tree, japanese wax scale, sexual dimorphism, entomophage*

Влияние наночастиц оксида трехвалентного железа на активность полифенолоксидазы в проростках пшеницы

Г.Г. Мамедли[1*], С.Н. Омарова[1], А.А. Гулиев[1], И.В. Азизов[2]

[1]*Бакинский государственный университет, академик З.Халилова, 23, Баку AZ1148, Азербайджан; *E-mail: mamedligunel92@gmail.com*
[2]*Институт молекулярной биологии и биотехнологий НАН Азербайджана, И. Набиев, 11, Баку AZ1073, Азербайджан*
Принято к печати: 28.11.2019

Изучено изменение содержания фенольных соединений в двухнедельных проростках различных сортов твердой и мягкой пшеницы под воздействием наночастиц оксида трехвалентного железа. Полученные данные свидетельствовали об активности фермента полифенолоксидазы. С этой целью были использованы соответствующие методические указания. Установлено, что интенсивность фенольного метаболизма в проростках пшеницы под воздействием наночастиц оксида трехвалентного железа зависит от сортовых характеристик. В проростках протестированных сортов твердой пшеницы наночастицы оксида трехвалентного железа приводили либо к незначительному усилению окисления полифенолов (Ягут и Гарагылчыг-2), либо к резкому снижению активности полифенолоксидазы (Гарабаг), либо практически не вызывали каких-либо изменений (Гырмызы бугда) в интенсивности окисления полифенолов. В случае мягких сортов пшеницы, за исключением сорта Мирбашир-128, воздействие наночастиц оксида трехвалентного железа приводило к повышению активности полифенолоксидазы. Полученные данные могут служить основанием для отбора сортов пшеницы с целью получения мучных изделий более высокого качества.

Ключевые слова: *Твердые и мягкие сорта пшеницы, фенольные соединения, полифенолоксидаза, наночастицы оксида трехвалентного железа*

ВВЕДЕНИЕ

Сегодня изучение проблемы устойчивости растительных организмов к неблагоприятным факторам внешней среды является одним из центральных вопросов биологии. Многочисленные данные свидетельствуют о том, что в стрессовых условиях усиливается генерация активных форм кислорода (АФК) в клетках и возрастает активность системы антиоксидантной защиты (Креславский и др., 2012). Наряду с антиоксидантными ферментами в утилизации АФК в клетках растений принимают участие и неферментные компоненты. Все эти антиоксиданты находятся в постоянном взаимодействии и поддержание их баланса важно для сохранения жизнеспособности растений в стрессовых условиях (Фролова и др., 2011).

К неферментным компонентам антиоксидантной системы растительной клетки, наряду с другими компонентами, относятся также и фенольные соединения. Будучи весьма реакционноспособными веществами, эти соединения вторичного метаболизма способны инактивировать свободные радикалы, тем самым защищая клетки от действия АФК, участвовать в окислительно-восстановительных процессах, регуляции роста и развития растений (Janas et al., 2002). В то же время до сих пор вклад фенольных соединений в общую антиоксидантную систему растительных клеток изучен недостаточно. В связи с этим особый интерес представляет изучение не только изменения количества фенольных соединений под влиянием различных факторов, но и изменения активности ферментов, участвующих в их метаболизме, в частности полифенолоксидазы (КФ 1.14.18.1), катализирующей их окисление.

Полифенолоксидаза (КФ 1.14.18.1) – медь-

содержащий энзим, являющийся одной из терминальных оксидаз растительной клетки и окисляющий в присутствии молекулярного кислорода различные фенолы и их производные с образованием соответствующих хинонов (Олениченко и др., 2006). Хотя данный фермент не входит в состав системы антиоксидантной защиты, его роль в ответных реакциях на неблагоприятные условия произрастания растений неоспорима.

С другой стороны, поскольку в последние годы в стране и за рубежом происходит бурное развитие нанотехнологий, изучение их биологических эффектов является одной из основных задач современной биологии (Коваленко, 2006). Несмотря на многочисленные исследования, посвященные изучению влияния наночастиц на функционирование антиоксидантной системы, до сих пор многие аспекты их влияния не ясны.

В целом, изучению воздействия нанометаллов на растительные организмы посвящены многочисленные экспериментальные работы и обзорные статьи (Masarovicova et al., 2013), согласно которым интенсивность развития биологических эффектов высокодисперсных металлов отличается от эффектов их оксидных форм, и во многом зависит от наличия в составе металлов переменной валентности. В связи с этим, актуальным является расшифровка характерных механизмов устойчивости растений к структурно различающимся наночастицам металлов и их оксидам на уровне не только морфологических характеристик, но и деятельности антиоксидантной системы и в целом жизнеспособности клеток, через которые формируется адаптивная стратегия (LinD, 2007).

Влияние оксидов наночастиц трехвалентного железа на биохимические процессы в проростках пшеницы не изучено. Поэтому целью нашей работы было изучить влияние наночастиц оксида трехвалентного железа на активность полифенолоксидазы в двухнедельных проростках пшеницы.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Объектами исследования служили по четыре сорта твердой (Гырмызы бугда, Гарабаг, Ягут и Гарагылчыг-2) и мягкой (Мирбашир-128, Гобустан, Дагдаш и Шеки-1) пшеницы, приобретенные из Научно-исследовательского института земледелия при Министерстве сельского хозяйства Азербайджана.

Сначала все семена дезинфицировали 0,01% раствором $KMnO_4$ в течение 5 минут и после трехкратного промывания дистиллированной водой, группу контрольных семян посеяли в пластиковых горшках диаметром 15 см с почвой (Сальянского района, село Марышлы, Азербайджан) по 30 штук на глубине не более 2 см и расстоянии не менее 0,5 см друг от друга. Опытные образцы семян по 30 штук обработали 100 мг нанопорошка оксида трехвалентного железа (Fe_2O_3) размером 20 на 40 нм (Skyspring NanomaterilsInc, США) и только после этого перенесли в пластиковые горшки с почвой.

Подготовленные таким образом контрольные и опытные образцы поместили в шкаф (Taisite GZX-300E, Китай) при 14-часовом освещении, температуре 24±1°C и влажности 80±5%, не допуская высыхания. На 14-е сутки определили активность полифенолоксидазы спектрофотометрически (MRC, modelUV-200-RS, Израиль) по увеличению оптической плотности при длине волны 590 нм. Для этого навеску растительного материала (1 г) гомогенизировали в 25 мл калий-фосфатного буфера (0,06М, pH=7,2). Полученный гомогенат центрифугировали при 5000g в течение 10 минут. Экстракцию проводили при температуре 4°C. Супернатант использовали в качестве образца для анализа.

Реакционная смесь содержала: 1 мл супернатанта, 1 мл фосфатного буфера (pH=7,2), 1 мл 0,02% диэтилпарафенилендиамина и 1 мл 1% пирокатехина. В контрольных вариантах последнее заменили 1 мл дистиллированной воды. Активность выражали в мкмолях на грамм сырой массы за единицу времени [$мкмоль \cdot г^{-1} \cdot мин^{-1}$] (Ермаков, 2007). Расчет активности полифенолоксидазы осуществили по формуле:

$$\mathbf{A = (\Delta D/t \cdot N)/(m \cdot l)}$$

где, $\Delta D/t$ – изменения оптической плотности за единицу времени [ед.опт.плот/сек]

N – разведение, $N = V_{колбы} / V_{пробы}$ (учитывает какую долю всего экстракта измерили)

m – сырая масса навески [г]

l – толщина кюветы [см].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В ходе проведенных экспериментов на различных сортах пшеницы было установлено, что контрольные и опытные образцы исследуемых сортов отличаются друг от друга по активности фермента полифенолоксидазы, численные значения которых представлены ниже в таблице 1.

Как видно из полученных данных, наибольшая активность фермента наблюдалась в проростках пшеницы сорта Дагдаш, наименьшая – в проростках сорта Гарабаг. Необходимо отметить, что в проростках твердого сорта пшеницы Гарабаг под действием наночастиц оксида железа окисление фенолов практически не происходило.

Анализ данных, представленных в виде диаграмм на рисунках 1 и 2, показал, что в двух из протестированных сортов твердой пшеницы (Ягут и Гарагылчыг-2) окисление полифенолов в обработанных образцах увеличивалось на 9,84% и 6,06%, соответственно. В проростках сорта Гырмызы бугда наночастицы оксида трехвалентного железа можно сказать не оказывали влияния на активность полифенолоксидазы (рис. 1).

Таблица 1. Активность полифенолоксидазы в двухнедельных проростках пшеницы

Название сорта пшеницы	Активность полифенолоксидазы в контрольных вариантах [мкмоль·г$^{-1}$·мин$^{-1}$]	Активность полифенолоксидазы в опытных образцах, обработанных наночастицами Fe_2O_3 [мкмоль·г$^{-1}$·мин$^{-1}$]
Гырмызы бугда	0,111±0,008	0,109±0,007
Гарабаг	0,081±0,0012	0,0008±0,00002
Ягут	0,183±0,022	0,201±0,024
Гарагылчыг-2	0,165±0,005	0,175±0,03
Мирбашир-128	0,110±0,001	0,096±0,004
Гобустан	0,083±0,052	0,152±0,024
Дагдаш	0,186±0,007	0,206±0,011
Шеки-1	0,179±0,0002	0,185±0,015

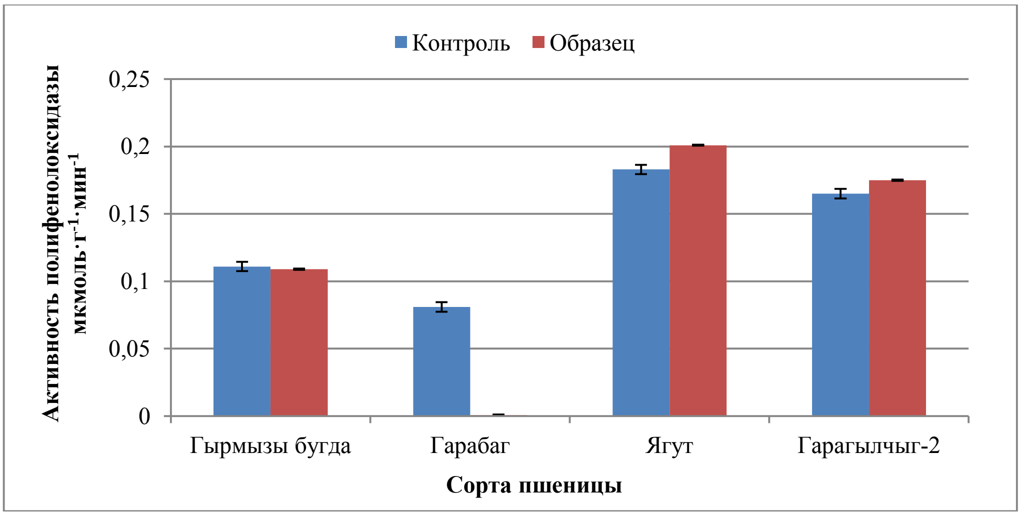


Рис. 1. Сравнительная характеристика активности полифенолоксидазы в контрольных и обработанных двухнедельных проростках твердых сортов пшеницы.

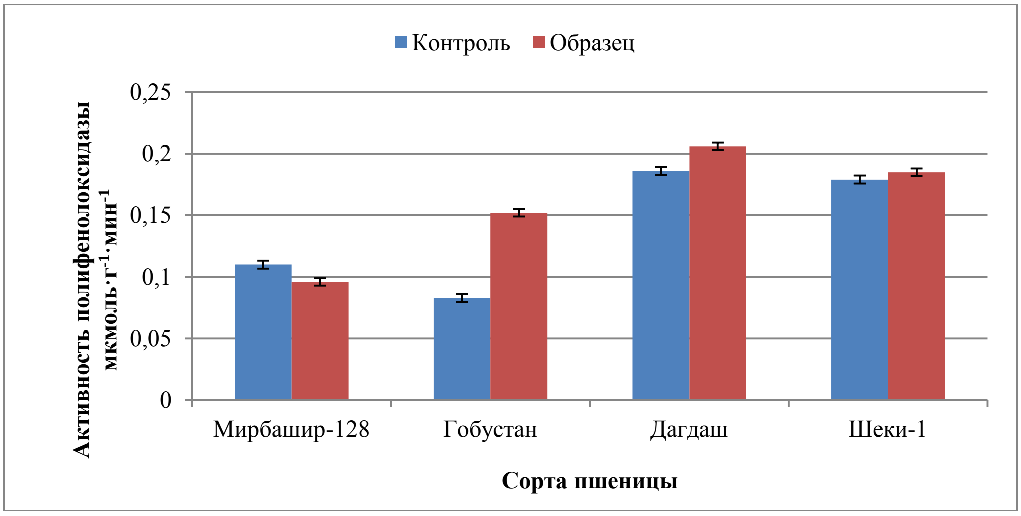


Рис. 2. Сравнительная характеристика активности полифенолоксидазы в контрольных и обработанных двухнедельных проростках мягких сортов пшеницы.

Что касается мягких сортов пшеницы, то в трех из четырех протестированных сортов обработка семян наночастицами оксида железа приводила к усилению окисления полифенолов, что носило более выраженный характер для проростков сорта Гобустан и составило приблизительно 83,13% по сравнению с контрольным вариантом. В проростках опытных образцов сорта Мирбашир-128 наночастицы оксида железа не способствовали повышению активности полифенолоксидазы. Поскольку в литературе отсутствуют какие-либо данные относительно влияния наночастиц железа и его оксидов на содержание полифенолов и активность полифенолоксидазы в проростках пшеницы, мы провели сравнительный анализ наших данных с литературными источниками, которые отражают в себе данные об особенностях влияния тяжелых металлов на полифенолоксидазную активность в злаковых. Согласно результатам этих работ было выявлено, что ионы никеля и свинца способствуют повышению полифенолоксидазной активности злаковых растений, а именно в проростках пшеницы, ячменя и гречихи (Синютина и др., 2013; Мазей и др., 2011). Также не было выявлено данных относительно сортовых различий воздействия наночастиц.

Как известно, полифенолоксидаза оказывает отрицательное влияние на цвет, качество муки и макаронных изделий (Тарасенко, 2015). Согласно же результатам наших исследований, можно выделить в отдельную группу сорта пшеницы, в которых наночастицы оксида трехвалентного железа способствуют снижению активности полифенолоксидазы, а это может послужить основанием для использования семян таких сортов пшеницы как Гырмызы бугда, Гарабаг и Мирбашир-128 в целях получения мучных изделий высокого качества.

Итак, в результате проведенных экспериментов было выявлено, что интенсивность фенольного метаболизма в проростках пшеницы под воздействием наночастиц оксида трехвалентного железа зависит от сортовых характеристик. В связи с этим изучение окисления полифенолов под воздействием наночаситиц оксида металлов в различных сортах пшеницы заслуживает продолжения работ в этом направлении.

ВЫВОДЫ

Установлено, что интенсивность фенольного метаболизма в проростках пшеницы под воздействием наночастиц оксида трехвалентного железа зависит от сортовых характеристик. В проростках протестированных сортов

твердой пшеницы наночастицы оксида трехвалентного железа приводили либо к незначительному усилению окисления полифенолов (Ягут и Гарагылчыг-2), либо к резкому снижению активности полифенолоксидазы (Гарабаг), либо практически не вызывали каких-либо изменений (Гырмызы бугда) в интенсивности окисления полифенолов. В случае мягких сортов пшеницы, среди протестированных образцов под воздействием наночастиц оксида трехвалентного железа наблюдалось повышение активности полифенолоксидазы, за исключением одного сорта (Мирбашир-128). Полученные данные позволяют нам выделить сорта пшеницы, в которых наночастицы оксида трехвалентного железа способствуют снижению активности полифенолоксидазы, что имеет практическое значение с точки зрения изготовления высококачественных мучных изделий.

ЛИТЕРАТУРА

Ермаков И.П. и др. (2007) Физиология растений: учебник для студ. вузов. М.: Академия, 2007: 464-465.

Коваленко Л.В. (2006) Биологически активные нанопорошки железа. М.: Наука, 2006: 57-58.

Креславский В.Д. и др. (2012) Сигнальная роль активных форм кислорода при стрессе у растений. *Физиология растений*, **59(2):**163-178.

Мазей Н.Г., Медная А.Е. (2011) Влияние тяжелых металлов и пониженных температур на морфо-физиологические процессы проростков гречихи и пшеницы. *Известия Пензенского Государственного Педагогического Университета имени В. Г. Белинского, естественные науки*, **№ 25:** 624-631.

Олениченко Н.А., Осипов В.И., Загоскина Н.В. (2006) Фенольный комплекс листьев озимой пшеницы и его изменение в процессе низкотемпературной адаптации растений. *Физиология растений*, **53:** 554-559.

Синютина С.Е., Можаров А.В., Зайченко М.А. (2013) Влияние солей свинца и никеля на ферментативную активность ячменя. *Вестник ТГУ*, **18(1):** 255-257.

Тарасенко С.С. (2015) Увеличение выхода макаронной муки высшего сорта на основе изучения ферментного состава тонкодисперсных продуктов. Оренбургский Государственный Университет, 1001-1003.

Фролова С.А., Титов А.Ф., Таланова В.В. (2011) Влияние низкотемпературного закаливания на активность протеолитических ферментов и их ингибиторов в листьях проростков пшеницы и огурца. *Физиология растений*, **58:** 208-212.

Janas K., Cvikrová M., Palagiewicz A. et al. (2002) Constitutive elevated accumulation of phenylpropanoids in soybean roots at low temperature. *Plant Science*, **163:** 369-373.

Lin D. (2007) Phytotoxicity of nanoparticles: inhibition of seed germination and root growth. *Environ. Pollut.*, **150(2):** 243-250.

Masarovicova E., Kralova K., Sersen F., (2013) Plant responses to toxic metal stress. Handbook of plant and crop stress. In: *CRC Press*, 595-634.

Üç valentli dəmir oksidi nanohissəciklərinin buğda cücərtilərində polifenoloksidaza fermentinin aktivliyinə təsiri

G.H. Məmmədli[1], S.N. Ömərova[1], A.Ə. Quliyev[1], İ.V. Əzizov[2]

[1]*Bakı Dövlət Universiteti, Bakı, Azərbaycan*
[2] *AMEA-nın Molekulyar Biologiya və Biotexnologiyalar İnstitutu, Bakı, Azərbaycan*

Üç valentli dəmir oksidi nanohissəciklərinin iki həftəlik müxtəlif növ bərk və yumşaq buğda cücərtilərində fenol birləşmələrinin miqdarının dəyişməsinə təsiri öyrənilmişdir. Alınan nəticələr polifenoloksidaza fermentinin aktivliyini göstərir. Bu məqsədlə müvafiq metodik üsullardan istifadə edilmişdir. Müəyyən olunmuşdur ki, buğda cücərtilərində üç valentli dəmir oksidi nanohissəciklərin təsiri nəticəsində fenolların metabolizminin intensivliyi növ xüsusiyyətlərindən asılıdır. Sınaqdan keçmiş bərk buğda növü cücərtilərində üç valentli dəmir oksidi nanohissəciklərin təsiri ya fenol birləşmələrin oksidləşməsinin cüzi artımına (Yaqut və Qaraqılçıq-2), ya polifenoloksidaza fermentinin aktivliyinin kəskin azalmasına (Qarabağ) səbəb olmuşdur, ya da polifenolların oksidləşməsində heç bir dəyişikliyə səbəb olmamışdır (Qırmızı buğda). Yumşaq buğda nümunələrində isə Mirbəşir-128 növü istisna olmaqla üç valentli dəmir oksidi nanohissəciklərin təsiri nəticəsində polifenoloksidaza fermentinin aktivliyinin artımı müşahidə edilmişdir. Əldə edilən məlumatlar yüksək keyfiyyətdə un məhsullarını əldə etmək üçün buğda sortlarının seçilməsi üçün əsas ola bilər. Əldə olunan nəticələr yüksək keyfiyyətli un məmulatlarının istehsalında istifadə olunan buğda sortlarının seçimində köməklik göstərə bilər.

Açar sözlər: *Bərk və yumşaq buğda növləri, fenol birləşmələr, polifenoloksidaza, üç valentli dəmir oksidi nanohissəcikləri*

The effect of nanoparticles of three-valent iron oxide on the activity of polyphenoloxidase in wheat seedlings

G.H. Mammadli[1], S.N. Omarova[1], A.A. Kuliyev[1], I.V. Azizov[2]

[1]*Baku State University, Baku, Azerbaijan*
[2]*Institute of Molecular Biology and Biotechnologies, Azerbaijan National Academy of Sciences, Baku, Azerbaijan*

The change in the content of phenolic compounds in two-week-old seedlings of various varieties of durum and bread wheat under the influence of three-valent iron oxide nanoparticles was studied. The obtained data testified the activity of the enzyme polyphenoloxidase. For this purpose, guidelines were used. It has been established that the intensity of phenolic metabolism in wheat seedlings under the influence of three-valent iron oxide nanoparticles depends on the varietal characteristics. In the seedlings of tested durum wheat varieties, nanoparticles of three-valent iron oxide led either to a slight increase in the oxidation of polyphenols (Yagut and Garagylchyg 2), or to a sharp decrease in the activity of polyphenoloxidase (Garabagh), or practically did not cause any changes (Gyrmyzy bughda) in oxidation intensity of polyphenols. In the case of bread wheat varieties, the activity of polyphenoloxidase, under the influence of three-valent iron oxide nanoparticles increased (except Mirbashir-128). The resulting data may serve as a basis for selection of wheat varieties to obtain flour products of high quality.

Keywords: *Durum and bread wheat varieties, phenolic compounds, polyphenoloxidase, nanoparticles of three-valent iron oxide*

Həyat elmləri və biotibb jurnalı, cild 74, №2, səh. 69-77 (2019)

AmpliSeq texnologiyası əsasında buğda bitkisi üçün genotipləşdirmə panelinin yaradılması

M.Ə. Abbasov

AMEA Genetik Ehtiyatlar İnstitutu, Azadlıq prospekti, 155, Bakı AZ 1106, Azərbaycan;
E-mail: mehraj_genetic@yahoo.com
Çapa qəbul edilmişdir: 18.10.2019

PZR-GBS və ya amplikonların sekvenslənməsi selektiv praymerlərin istifadəsi ilə genom mürəkkəbliyinin azaldılmasının alternativ üsulu olub bitki seleksiyası və genom tədqiqatları üçün əvəzolunmaz vasitədir. Tədqiqat işində ilk dəfə olaraq buğda genomunu (A, B və D) əhatə edən 830 praymerdən ibarət PZR-genotipləşdirmə paneli yaradılmışdır. Filtirləmə nəticəsində yeni yaradılmış panel 401 yüksək keyfiyyətli markerdən təşkil olunmuşdur. Üç buğda genomu arasında B genomu ən yüksək (151 tək nukleotid polimorfizmi (TNP)), D genomu isə (88 TNP) ən aşağı marker sıxlığına malik olmuşdur. 21 xromosom arasında 1B və 3B xromosomları ən çox, 3D və 4D xromosomları isə ən az TNP ilə səciyyələnmişlər. Tranzisiya (Ts) tipli TNP-lərin rastgəlmə tezliyi (84%), transversiya (Tv) tipli TNP markerlərdən (16%) kifayət qədər yüksək olub, Ts/Tv nisbəti 5,3 vahid təşkil etmişdir. Yeni yaradılmış panel yumşaq buğda (*T. aestivum* L.) kolleksiyasında yoxlanılmış, 69 yumşaq buğda nümunəsi üçün genetik müxtəliflik əmsalı və polimorfizm informasiya tutumu, müvafiq olaraq 0,252 və 0,205 vahid təşkil etmişdir. Ən yüksək polimorfizm var. *ferrugineum* və var. *milturum*, ən az müxtəliflik isə var. *hostianum* növmüxtəlifliyi üçün qeydə alınmışdır. PCoA analizi ilk üç koordinant variasiyanın 22,5%-ni izah etmişdir. Genotipləşdirmə panelinə daxil edilmiş TNP markerlər unikal profilə malik genotipləri aşkar etməyə və bütöv kolleksiyada genetik müxtəlifliyi qiymətləndirməyə imkan vermişdir.

Açar sözlər: *Yumşaq buğda genomu, PZR-genotipləşdirmə, amplikon sekvensi, multipleksləmə, TNP, tranzisiya, transversiya*

GİRİŞ

Buğda (*T. aestivum* L.) hazırda dünya üzrə ən çox becərilən və istehlak olunan biki olub 220 milyon hektardan çox sahədə becərilməklə əhalini gündəlik 15% kalori ilə təmin edir (Balfourier et al., 2019). Durmadan artan dünya əhalisinin çörəyə olan tələbatının ödənilməsi üçün buğda istehsalının da müntəzəm şəkildə artırılması tələb olunur (Ray et al., 2013). Əkinə yararlı torpaqların az olduğu müasir dövrdə buğda bitkisinin məhsuldarlığının artırılması yalnız "ikinci yaşıl inqilab" – mövcud təbii resursların və genetik müxtəlifliyin aşkarlanması və daha düzgün istifadəsi hesabına əldə oluna bilər (Lynch, 2007). Buğda bitkisinin böyük ölçülü (17Gb), kompleks genomu yüksək sıxlıqlı TNP (tək nukleotid polimorfizmi) xəritələşdirmə işlərini çətinləşdirsə də buğdaların dünya əhalisinin qida rasionunda önəmli paya sahib olması onlar üzərində mütəmadi olaraq, genetik tədqiqatların və seleksiya işlərinin aparılmasını zəruri edir. Yeni Nəsil Sekvens (YNS) texnologiyalarının kəşfi və sürətli inkişafı, müxtəlif YNS genotipləşdirmə üsullarının (GBS, RAD-seq, DArT-seq) tətbiqi heksaploid buğda genomunun (AABBDD) oxunmasına və minlərlə TNP markerlərin aşkarlanmasına imkan vermişdir (Appels et al., 2018).

YNS genotipləşdirmə yeni tək nukleotid polimorfizmlərinin aşkar edilməsi, genetik variasiyanın qiymətləndirilməsi, genetik və assosiativ xəritələrin qurulması kimi məqsədlər üçün həyata keçirilən genetik skrininq üsulu olub, aşağı variasiyaya və buğda kimi mürəkkəb genoma malik populyasiyaların tədqiqi üçün ucuz və sürətli üsul kimi qiymətləndirilir. Multipleks PZR və barkodlaşmanın kəşfi fonunda YNS texnologiyalar arasında eyni anda yüzlərlə genotip üzərində yüzlərlə TNP markeri əldə etməyə imkan verən amplikon sekvens üsulu daha etibarlı və effektiv hesab edi-

lir. Amplikon sekvensləmə və ya PZR-GBS selektiv praymerlərin istifadəsi ilə genom mürəkkəbliyinin azaldılmasının alternativ üsulu olub bitki seleksiyası və genom tədqiqatları üçün əvəzolunmaz vasitədir. Amplikon sekvens üsulu PZR məhsulların (amplikonların) sekvensi yolu ilə genomun spesifik hissələrindəki genetik variasiyaları tədqiq etməyə imkan verir (Ogiso-Tanaka et al., 2019). Üsul lazım olan genom hissələrinin hədəflənməsi və əhatə olunması üçün dizayn olunmuş oliqonukleotid probların istifadəsi ilə PZR-ın aparılması və daha sonra YNS metodları ilə sekvensinə əsaslanır. Amplikon sekvensi nadir somatik mutasiyaların təyini üçün olduqca səmərəli olub, üsulun ən mühüm üstünlüyü multiplexləmə vasitəsilə yüzlərlə genin bir dövrədə sekvens edilməsidir. Sekvens kitabxanaları cəmi 5-8 saata hazırlana və 17-32 saata sekvens oluna bilər.

AmpliSeq texnologiyası insan genetik xəstəliklərinin tədqiqi ilə yanaşı, arpa (Tanaka et al., 2019), qarğıdalı (Jamann et al., 2017), düyü (Gao et al., 2018) və soya (Ogiso-Tanaka et al., 2019) kimi bir sıra bitkilərdə də uğurla tətbiq olunmuşdur. Buğda bitkisində amplikon sekvensi panelinin yaradılması böyük həcmli genomun tam resekvenslənməsini həyata keçirmədən hədəflənmiş məhdud regiondan yeni, təsərrüfat əhəmiyyətli TNP-ləri aşkar etməyə, bu yolla zamana və maliyyə xərclərinə qənaət etməyə imkan verər.

Tədqiqat işində əsas məqsəd dünyada ilk dəfə olaraq buğda bitkisində genetik variantların daha effektli təyini üçün PZR-genotipləşdirmə panelinin yaradılmasıdır.

MATERİAL VƏ METODLAR

Tədqiqat işində Milli Genbankdan əldə olunmuş yumşaq buğdanın (*Triticum aestivum* L.) müxtəlif növmüxtəlifliklərinə aid 69 nümunəsindən istifadə edilmişdir (Cədvəl 1).

Buğda bitkisinin amplikon sekvenslənməsi Schnable laboratoriyasının 2015-ci ildə təqdim etdiyi protokol əsasında yerinə yetirilmişdir (Schnable, 2015). Tədqiqatda ilk dəfə olaraq buğda genomu (A, B və D) üzrə 830 praymer dizayn edilmişdir (Sigma arrive @ 100 µM). Praymerlər 100 µM qatılığa qədər durulaşdırıldıqdan sonra hər qrupda orta hesabla 30 TNP (30 praymer) olmaqla bir neçə qrupa bölünmüşdür.

Cədvəl 1. İstifadə olunmuş yumşaq buğda (*T. aestivum* L.) nümunələri

№	Növmüxtəlifliyi	№	Növmüxtəlifliyi	№	Növmüxtəlifliyi
6921	v. *graecum*	6964	v. *ferrugineum*	7027	v. *hostianum*
6923	v. *graecum*	6965	v. *ferrugineum*	7028	v. *hostianum*
6926	v. *graecum*	6966	v. *ferrugineum*	7029	v. *hostianum*
6927	v. *graecum*	6968	v. *ferrugineum*	7032	v. *meridionale*
6936	v. *milturum*	6969	v. *ferrugineum*	7033	v. *meridionale*
6937	v. *milturum*	6970	v. *ferrugineum*	7034	v. *leucospermum*
6938	v. *milturum*	6971	v. *ferrugineum*	7036	v. *velutinum*
6939	v. *milturum*	6972	v. *ferrugineum*	Qiymətli -2/17	v. *velutinum*
6941	v. *milturum*	6983	v. *lutescens*	Qrekum -75/50	v. *graecum*
6942	v. *milturum*	6985	v. *lutescens*	Arzu	-
6943	v. *milturum*	6987	v. *lutescens*	Gürgənə-1	v. *erythrospermum*
6944	v. *erythrospermum*	6989	v. *lutescens*	Qarabağ	-
6945	v. *erythrospermum*	6992	v. *lutescens*	Zərdabi	-
6946	v. *erythrospermum*	7008	v. *albidum*	Mirbəşir -128	v. *erythrospermum*
6847	v. *erythrospermum*	7010	v. *albidum*	Günəşli	v. *erythrospermum*
6948	v. *erythrospermum*	7011	v. *albidum*	Əzəmətli -95	v. *graecum*
6949	v. *erythrospermum*	7012	v. *albidum*	Ruzi- 84	v. *graecum*
6950	v. *erythrospermum*	7014	v. *albidum*	Qobustan	v. *graecum*
6959	v. *alborubrum*	7016	-	Azəri	v. *lutescens*
6960	v. *alborubrum*	7017	-	Şəfəq	v. *lutescens*
6961	v. *alborubrum*	7019	v. *barbarossa*	Qırmızı gül-1	v. *erythrospermum*
6962	v. *alborubrum*	7020	v. *barbarossa*	Yeganə	v. *lutescens*
6963	v. *alborubrum*	7023	v. *barbarossa*	Şəki-1	v. *ferrugineum*

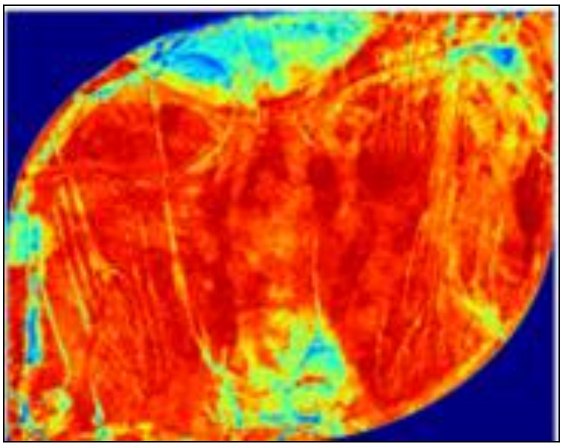
TNP spesifik PZR praymerlər üçün CS1 (5'-ACACTGACGACATGGTTCTACA-3') və CS2 (5'-TACGGTAGCAGAGACTTGGTCT-3') adaptorlarından (Fluidigm) istifadə olunmuşdur. Hər bir nümunəyə aid gDNT-si (10–50 ng/µl, 1.5 µl) 96 yuvacıqlı PZR qabının ayrı-ayrı yuvacıqlarına yerləşdirilmiş, hər bir yuvacığa 3.5 µl PZR master qarışığı (100 nM praymer qarışığı, 1X Life Technologies şirkətinin Platinum® Multiplex PCR Master Mix məhlulu) əlavə edilmişdir. PZR proqramı aşağıdakı kimi tərtib olunmuşdur: 1) 94°C – 10 dəq; 2) 10 tsikl 94°C – 20 san, 64-56 °C - 1 dəq (temperaturu hər tsikildə 0.8°C aşağı salmaqla); 3) 20 tsikl 94°C - 20 san, 57 °C - 60 san, 68 °C - 30 san; 4) 72 °C – 3 dəq; 5) 4 °C. Növbəti mərhələdə bir nümunəyə aid bütün amplikonların birləşdirilməsi həyata keçirilmişdir. Bunun üçün hər bir PZR reaksiyasından 5 µl götürülərək yeni PZR qabının yuvacıqlarına köçürülmüş, eyni gDNT-yə malik olan nümunələrin PZR reaksiyaları 1 yuvacıqda birləşdirilmişdir. Daha sonra PZR məhsullardan 2 µl götürülərək yeni PZR qabına köçürülmüş, barkodlaşma üçün hər bir yuvacığa 2 pm barkod praymerindən 1 µl əlavə edilmişdir. Ümumi həcmi 5 µl olan PZR qarışığı (1.25X Standart NEB Taq Buferi, 500 µM dNTP, 100nM Universal Əksinə Praymer, 1U/rxn NEB Taq polimeraza) hazırlanaraq yuxarıda göstərilmiş proqram üzrə amplifikasiya həyata keçirilmişdir. Kitabxana bir yerə cəmləşdirildikdən (birləşdirildikdən) sonra PZR saflaşdırma sütunlarından istifadə etməklə PZR amplikon toplusu təmizlənmiş, PZR-GBS kitabxanasının amplifikasiyası həyata keçirilmişdir. Amplifikasiya olunmuş kitabxana ~3 pg/ µl qatılığa qədər durulaşdırılmış, PGM OneTouch sistemində (Life Technologies) Ion PGM HI-Q View Template Kit vasitəsilə istehsalçıların protokoluna uyğun qaydada emulsion PZR aparılmışdır. Zənginləşdirilmiş ISP (Ion Sphere Particles) kürəcikləri Ion PGM platformasında (Life Technologies) Ion 318 çipi və sekvens kiti (Ion PGM Hi-Q Sequencing Kit; Life Technologies) vasitəsilə 200 n.c. uzunluğunda tək sonluqlu oxunma konfiqurasiyasına uyğun şəkildə sekvens olunmuşdur.

Sekvensin nəticələri və TNP çağırışı TASSEL 3.0 bioinformatik analiz proqram dəstinin bir hissəsi olan UNEAK (Universal Network Enabled Analysis Kit) GBS analitik təchizat sistemi (pipeline) vasitəsilə həyata keçirilmişdir (Bradbury et al., 2007). Aşağı keyfiyyət göstəricisinə malik oxunmalar kənarlaşdırılmış və heteroziqotluğu < 10%, minor allel tezliyi > 1% və çatışmayan (missing) markerləri < 20% olan TNP-lər sonrakı analizlər üçün istifadə olunmuşdur. Oxunmaların referens (istinad) genomuna uyğun nizamlanması BLASTn analizi ilə həyata keçirilmişdir.

AmpliSeq verilənləri əsasında Ney genetik məsafə indeksinin təyini, klaster analizi, əsas koordinant analizi (PCoA) və NJ (Neighbour-joining) dendroqramının tərtibi DARwin 6.0 (Perrier and Jacquemoud-Collet, 2006) proqram paketi ilə yerinə yetirilmişdir.

NƏTİCƏLƏR VƏ ONLARIN MÜZAKİRƏSİ

Buğda genomu üçün yaradılmış ilk PZR-genotipləşdirmə paneli bütün genomu (A, B və D) əhatə edən 830 praymerdən təşkil olunmuşdur. Sekvens üçün 11 kitabxana hazırlanmış, 11 milyon yuvacığa malik 318 çipinin doldurulma faizi 65-78%, bir dairədə oxunmaların sayı isə 3.8-4.5x10^5 arasında dəyişmişdir (Şəkil 1).



Şəkil 1. Yüklənmə faizini göstərən Ion 318$_{TM}$ v2 çipinin psevdo-rəngli şəkli. Qırmızı rəng 100% yüklənməni, göy rəng isə o hissədəki yüklənməyən yuvacıqları göstərir. Hər bir 318 çipi 11 milyon yuvacığa malikdir.

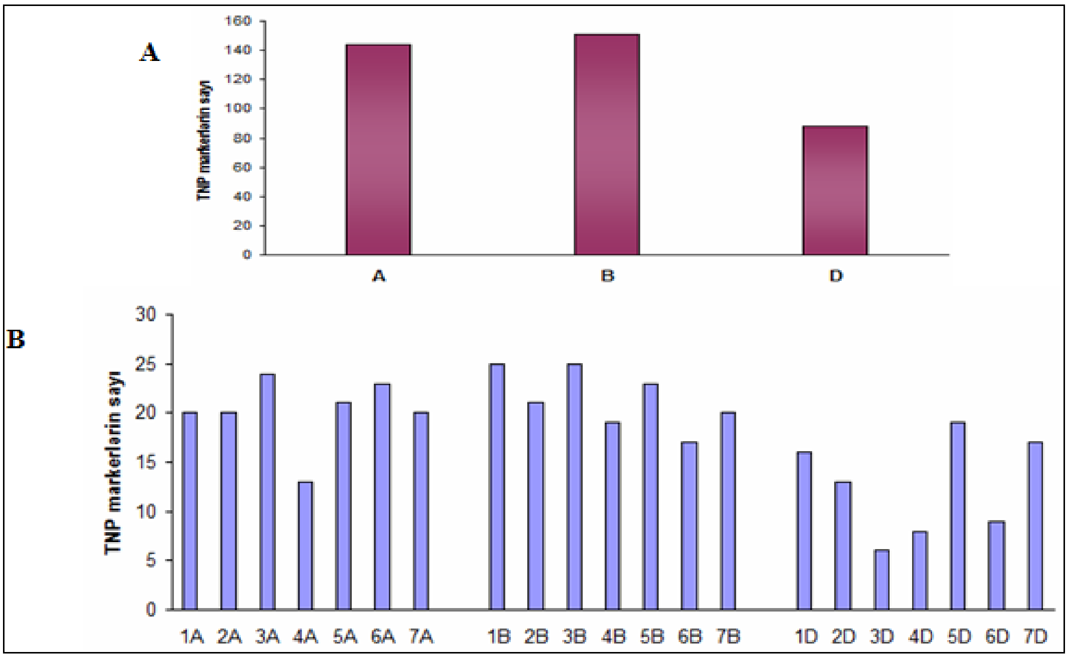
Ümumilikdə, kolleksiya üçün 830 genetik variant aşkar olunmuş, TNP markerləri arasından monomorf markerlər (praymerlər) çıxdaş edilmişdir. Genetik müxtəlifliyin tədqiqi üçün marker keyfiyyətinin yaxşılaşdırılması məqsədilə yalnız minor allel tezliyi 10%-dən yuxarı olan TNP-lər

nəzərə alınmış və analizlərdə istifadə olunmuşdur. Beləliklə, filtirləmə nəticəsində yeni yaradılmış panel 401 yüksək keyfiyyətli markerdən təşkil olunmuşdur. Əldə olunmuş 18 markerin genom lokalizasiyası müəyyən edilməmiş (Nm) (Cədvəl 2), qalan TNP-lərin A, B, D genomları və xromosomlar üzrə paylanma xarakteri şəkil 2-də təqdim olunmuşdur.

Üç buğda genomu arasında B genomu ən yüksək (151 TNP), D genomu isə (88 TNP) ən aşağı marker sıxlığına malik olmuşdur. A və B genomunda xəritələşdirilmiş TNP-lərin sayının D genomu ilə müqayisədə 1.6 və 1.7 dəfə yüksək olması qeydə alınmışdır. D genomu, buğdanın təkamülü prosesində formalaşmış üç genom arasında ən gəncidir. Nisbətən qədim genomların poliploidləşmə zamanı gen duplikasiyasına məruz qalması və polimorfizmlə nəticələnən çox sayda mutasiyalar toplaması güman olunur. *T. aestivum* və onun tetraploid əcdadı *T. turgidum* (AABB) arasında əhəmiyyətli dərəcədə gen axını baş verə bildiyi halda, heksaploid buğda və *Ae. tauschii* (DD) arasında bu proses baş verməmişdir. Bu isə, öz növbəsində, müxtəlifliyin və variasiyanın A və B genomlarında D genomuna nisbətən daha çox toplanmasına səbəb olmuşdur (Dvorak et al., 2006; Berkman et al., 2013).

21 xromosom arasında 1B və 3B xromosomları ən çox, 3D və ən kiçik buğda xromosomu olan 4D isə ən az TNP ilə səciyyələnmişlər. Alınmış nəticələr Edae və əməkdaşlarının (2015) tədqiqatları ilə uzlaşır. A genomu daxilində 4 A xromosomu mimimum sayda TNP-lərə malik olmuşdur. 4A xromosomunda yerləşən molekulyar markerlərin sayının azlığı bu xromosomlarda baş verən qədim, qeyri-homoloji translokasiyalarla əlaqədar ola bilər.

Tranzisiya tipli TNP-lərin rastgəlmə tezliyi (84%) transversiya tipli TNP markerlərdən (16%) kifayət qədər yüksək olub, Ts/Tv nisbəti 5.3 vahid təşkil etmişdir (Cədvəl 2). Tranzisiya və transversiya nisbətinin yüksək olması buğda bitkisində poliploidləşmə zamanı metilləşmə tezliyinin artması ilə də əlaqədar ola bilər. Tranzisiyalar arasında ən çox rastgəlinən C/T (177 TNP), transversiyalar arasında isə G/T əvəzetmələridir.



Şəkil 2. PZR-genotipləşdirmə panelinə daxil olan TNP markerlərin A, B və D genomu (A) və xromosomlar (B) boyunca paylanması

Cədvəl 2. Buğdanın üç homeoloji genomu üzrə tək nukleotid əvəzetmələrinin tipi və paylanması

Parametrlər	Genom				Ümumi
	A	B	D	Nm	
TNP sayı	144	151	88	18	401
Tranzisiya	119	130	75	13	337
A/G	-	-	-	1	1
C/T	54	71	46	6	177
G/A	65	59	29	6	159
Ts%	82.6	86	85.2		84
Transversiya	25	21	13	5	64
G/T	12	13	6	-	31
C/A	12	7	5	2	26
A/C	-	-	-	2	2
A/T	-	-	-	1	1
T/A	-	1	-	-	1
C/G	1	-	1	-	2
G/C	-	-	1	-	1
Tv%	17.4	14	14.8		16
Ts/Tv	4.8	6.2	5.8		5.3

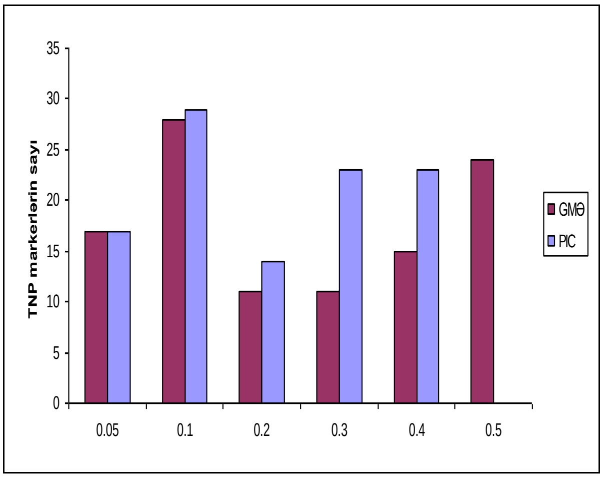
Hazırlanmış panel 69 nümunədən ibarət yumşaq buğda (*T. aestivum* L.) kolleksiyasında yoxlanılmışdır. Analizlər 105 yüksək keyfiyyətli TNP-lərlə həyata keçirilmişdir.

Hər bir genom daxilində 4-cü homeoloji qrup xromosomları ən az marker sayı ilə xarakterizə olunmuşdur. TNP markerlərdən 2-si (C/T və G/A) tranzisiya və 3-ü (C/A, G/T və T/A) transversiya tipli olmuş, tranzisiyalar ümumi TNP-lərin 84%, transversiyalar isə cəmi 16%-ni təşkil etmişdir.

105 TNP markeri üzrə genetik müxtəliflik əmsalı (GMƏ) 0.014-0.50, polimorfizm informasiya tutumu (PIC) isə 0.014-0.375 arasında dəyişmiş, kolleksiya üçün orta göstərici, müvafiq olaraq, 0.252 və 0.205 vahid təşkil etmişdir. TNP markerlərin 43%-i üçün qeyd olunan parametrlər çox aşağı (0.01-0.1) qiymətlərlə səciyyələndiyindən (Şəkil 3) bu, ümumi orta göstəricilərin də aşağı olmasına gətirib çıxarmışdır.

Yumşaq buğda növmüxtəliflikləri arasında ən yüksək polimorfizm var. *ferrugineum* və var. *milturum*, ən az müxtəliflik isə var. *hostianum* üçün qeydə alınmışdır (Cədvəl 3).

69 *T. aestivum* nümunəsi üçün 105 marker əsasında hesablanmış Ney genetik məsafə indeksi 0.01-0.49 arasında dəyişməklə, orta hesabla 0.24 vahid olmuşdur. AmpliSeq nəticələrinin analizi əsasında ikidən çox nümunə sayı ilə təmsil olunan 11 növmüxtəlifliyi arasında var. *erythrospermum* və var. *ferrugineum*, həmçinin var. *milturum* və var. *ferrugineum*-un genetik baxımdan yaxın, var. *albidum* və var. *hostianum*-un isə genetik baxımdan uzaq olması müəyyən edilmişdir (Cədvəl 4).



Şəkil 3. 69 *T. aestivum* genotipində 105 TNP markeri üçün genetik müxtəliflik əmsalı və PIC dəyərinin paylanması

Cədvəl 3. 69 yumşaq buğda nümunəsindən ibarət kolleksiyada növmüxtəlifliklər üzrə polimorfizm informasiya tutumu

Növmüxtəliflikləri	Nümunə sayı	PIC
var. *albidum*	5	0.123
var. *alborubrum*	5	0.134
var. *barbarossa*	3	0.121
var. *erythrospermum*	11	0.171
var. *ferrugineum*	9	0.192
var. *graecum*	8	0.172
var. *hostianum*	3	0.075
var. *lutescens*	8	0.174
var. *meridionale*	2	0.127
var. *milturum*	7	0.192
var. *velutinum*	2	0.111
Ümumi kolleksiya	**69**	**0.205**

Klaster analizi ilə tərtib olunan dendroqramda 69 yumşaq buğda genotipi 5 klasterdə qruplaşmışdır (Şəkil 4). Klasterlərdə genotip sayı 4 (klaster 4) - 23 (klaster 1) arasında dəyişmişdir.

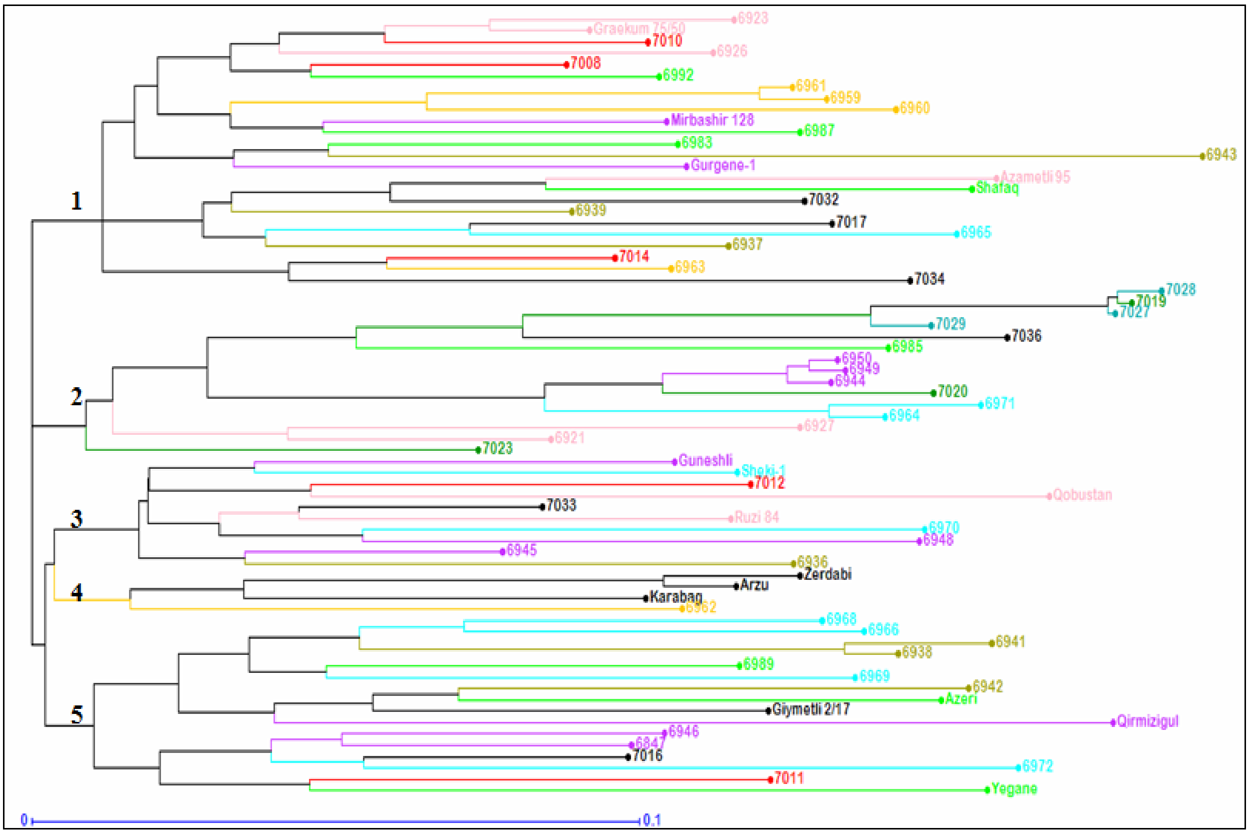
Müəyyən subklasterlərdə eyni növmüxtəlifliklərinə aid genotiplərin birgə qruplaşması müşahidə olunmuşdur. 5 var. *alborubrum* nümunəsindən 4-ü I klasterdə yer almış, onlardan üçü (6959, 6960 və 6961) homogen qrup əmələ gətirmişdir.

Oxşar qruplaşma 8 var. *graecum* üçün də qeydə alınmış, I klasterə düşən 4 genotipdən 3-ü kiçik qrup şəklində birləşmişdir. Tədqiqata cəlb olunmuş 3 var. *hostianum* nümunəsinin isə hamısı

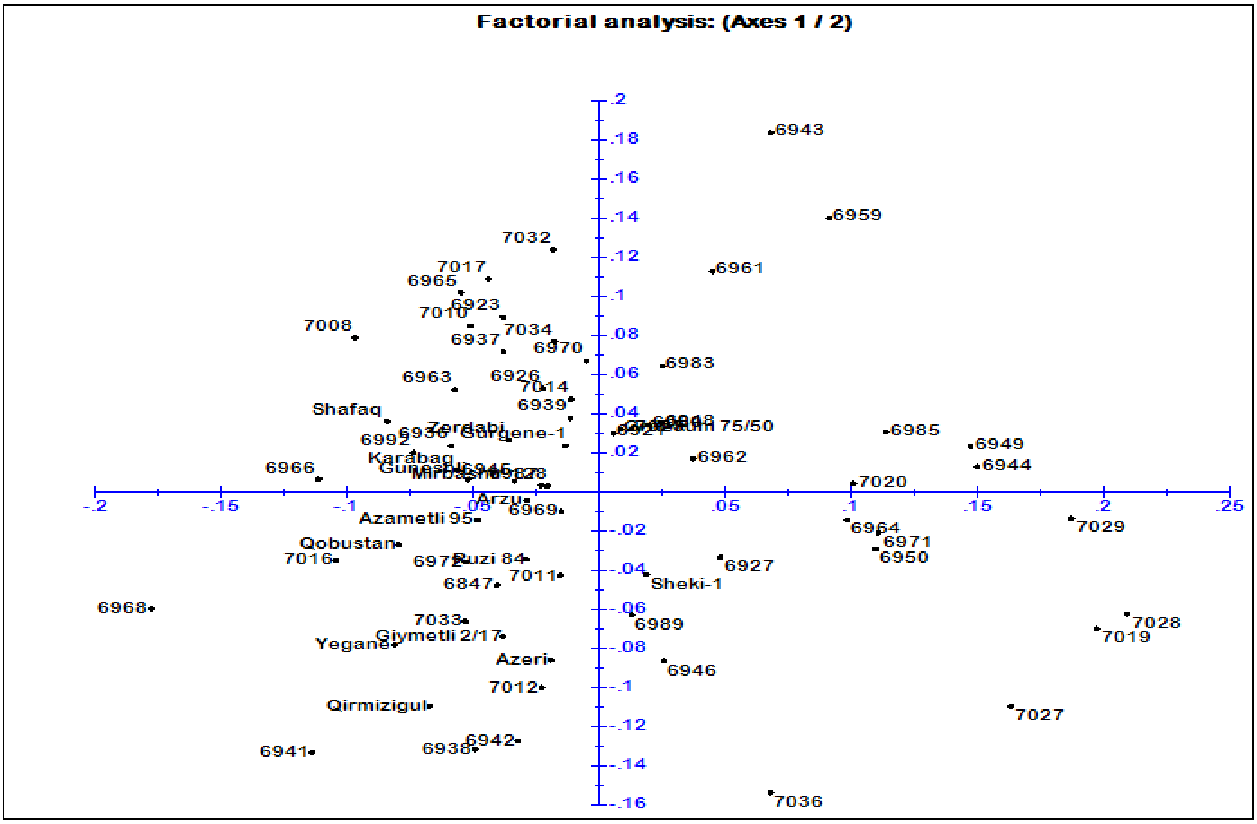
(7027, 7028, 7029) II klasterdə bir-birinə genetik baxımdan çox yaxın məsafədə yerləşmişdir. GBS analizində olduğu kimi, Günəşli, Şəki 1 və Ruzi 84 sortlarının da birgə qruplaşması müşahidə olunur. Ümumilikdə, nümunələrin dendroqramda bir-birinə nəzərən yerləşmə xarakteri GBS analizi ilə uyğunluq təşkil etmişdir.

Cədvəl 4. Yumşaq buğda növmüxtəliflikləri arasında Ney genetik məsafə indeksi

Növmüxtəliflikləri	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1. var. *albidum*	0.000									
2. var. *alborubrum*	0.088									
3. var. *barbarossa*	0.137	0.121								
4. var. *erythrospermum*	0.065	0.076	0.089							
5. var. *ferrugineum*	0.068	0.071	0.095	0.035						
6. var. *graecum*	0.065	0.067	0.115	0.046	0.040					
7. var. *hostianum*	0.252	0.215	0.130	0.177	0.179	0.203				
8. var. *lutescens*	0.067	0.064	0.091	0.043	0.040	0.044	0.179			
9. var. *meridionale*	0.114	0.122	0.171	0.098	0.085	0.085	0.226	0.097		
10.var. *milturum*	0.070	0.084	0.106	0.064	0.035	0.056	0.194	0.047	0.080	
11.var. *velutinum*	0.177	0.188	0.200	0.121	0.116	0.135	0.205	0.111	0.170	0.134



Şəkil 4. Amplikon sekvensləmə TNP verilənləri əsasında 69 *T. aestivum* nümunəsi arasında genetik qohumluğu əks etdirən dendroqram. Müxtəlif rənglər növmüxtəlifliklərinin göstərir.



Şəkil 5. Ampliseq verilənləri əsasında PCoA analizi ilə 69 yumşaq buğda nümunəsinin koordinant müstəvisi üzərində paylanması

PCoA analizi ilə ilk üç koordinant variasiyanın 22.5%-ni izah etmişdir (Şəkil 5). Qrekum 75/50 və Şəki 1 sortlarının çıxmaq şərtilə, qalan bütün sortlar koordinant müstəvisinin sol hissəsində qruplaşmışdır. ICARDA/CIMMYT Beynəlxalq seleksiya mərkəzi materiallarından əldə olunmuş Qiymətli 2/17, Əzəmətli 95, Qobustan kimi sortların da genetik baxımdan yaxın olması və müstəvidə yaxın məsafədə yerləşməsi müşahidə olunur.

Yumşaq buğda kolleksiyasında yeni yaradılmış amplikon sekvensi (PZR-genotipləşdirmə) paneli vasitəsilə genetik müxtəlifliyin və qohumluğun qiymətləndirilməsi panelin effektivliyini təsdiq etmiş oldu. Genotipləşdirmə panelinə daxil edilmiş TNP markerlər həm nümunələr arasından unikal profilə malik genotipləri aşkar etməyə, həm də bütöv kolleksiyada genetik müxtəlifliyin ümumi mənzərəsini yaratmağa imkan verir. TNP paneli bütün nümunələri differensiasiya etmiş və onları genetik yaxınlıq dərəcələrinə görə düzgün şəkildə qruplaşdırmışdır. Alınmış nəticələrin GBS analizi ilə uzlaşması panelin etibarlılığını daha da artırır. Hazırlanmış panel bərk və yumşaq buğda bitkisi üzrə aparılacaq genotipləşdirmə tədqiqatlarında və gələcək genotip-fenotip assosiasiya analizlərində yüksək etibarlı metod kimi istifadə oluna bilər.

ƏDƏBİYYAT

Appels R., Eversole K., Feuillet C., Keller B., Rogers J., Stein N., Pozniak C.J., Choulet F., Distelfeld A., Poland J., Ronen G. (2018) Shifting the limits in wheat research and breeding using a fully annotated reference genome. *Science*, **361**: p. eaar7191.

Balfourier F., Bouchet S., Robert S., De Oliveira R., Rimbert H., Kitt J., Choulet F., Paux E. (2019) International Wheat Genome Sequencing Consortium and BreedWheat Consortium. Worldwide phylogeography and history of wheat genetic diversity. *Science Advances*, **5(5):** p. eaav0536.

Berkman P.J., Visendi P., Lee H.C., Stiller J., Manoli S., Lorenc M.T., et al. (2013) Dispersion and domestication shaped the genome of bread wheat. *Plant Biotechnol. J.,* **11:** 564–571.

Bradbury P.J., Zhang Z., Kroon D.E., Casstevens T.M., Ramdoss Y., Buckler E.S. (2007) TASSEL: software for association mapping of complex traits in diverse samples. *Bioinformatics*, **23(19):** 2633-2635.

Dvorak J., Akhunov E.D., Akhunov A.R., Deal K.R., Luo M.C. (2006) Molecular characterization of a diagnostic DNA marker for domesticated tetraploid wheat provides evidence for gene flow from wild tetraploid wheat to hexaploid wheat. *Mol. Biol. Evol.,* **23:** 1386–1396.

Edae E.A., Bowden R.L., Poland J. (2015) Application of Population Sequencing (POPSEQ) for Ordering and Imputing Genotyping-by-Sequencing Markers in Hexaploid Wheat. *G3*, **5(12):** 2547–2553.

Gao L., Fang Z., Zhou J., Li L., Lu L., Li L., Li T., Chen L., Zhang W., Zhai W., Peng H. (2018) Transcriptional insights into the pyramided resistance to rice bacterial blight. *Scientific reports*, **8:** 5-11.

Jamann T.M., Sood S., Wisser R.J., Holland J.B. (2017) High-throughput resequencing of maize landraces at genomic regions associated with flowering time. *PloS ONE*, **12(1):** p.e0168910.

Lynch J.P. (2007) Roots of the second green revolution. *Australian Journal of Botany,* **55:** 493-512.

Ogiso-Tanaka E., Shimizu T., Hajika M., Kaga A., Ishimoto M. (2019) Highly multiplexed ampliseq technology identifies novel variation of flowering time-related genes in soybean (Glycine max). *DNA Research*, **26(3):** 243-260.

Perrier X., Jacquemoud-Collet J.P. (2006) DARwin software http://darwin.cirad.fr/darwin

Ray D.K., Mueller N.D., West P.C., Foley J.A. (2013) Yield trends are insufficient to double global crop production by 2050. *PLoS ONE,* **8:** e66428.

Schnable Lab [Internet]. Genotyping by multiplexing amplicon sequencing (GBMAS); c2001-2015 [updated 2015 Jul 6; cited 2015 Jul 29]. Available: http://schnablelab.plantgenomics.iastate.edu/resources/protocols/. Accessed 29 Jul 2015.

Tanaka T., Ishikawa G., Ogiso-Tanaka E., Yanagisawa K., Sato K. (2019) Development of genome-wide SNP markers for barley via reference-based RNA-Seq analysis. *Frontiers in Plant Science*, **10:** Article No 577, 9 pages.

Создание панели генотипирования для пшеницы на основе технологии AmpliSeq

М.А. Аббасов

Институт генетических ресурсов НАН Азербайджана, Баку, Азербайджан

ПЦР-GBS или секвенирование ампликонов с использованием селективных праймеров - это альтернативный метод снижения сложности генома и незаменимый инструмент для селекции растений и геномных исследований. Впервые в исследовании была разработана панель ПЦР-генотипирования, охватывающая геном пшеницы (A, B и D) и состоящая из 830 праймеров. Авнель, созданная в результате фильтрации, состояла из 401 высококачественного маркера. Среди трех геномов пшеницы, геном B обладал самой высокой (151 однонуклеотидных полиморфизма или ОНП), а геном D (88 ОНП) - самой низкой плотностью маркеров. Хромосомы 1B и 3B характеризуются наибольшим, а 3D и 4D - наименьшим количеством ОНП. Частота встречаемости ОНП маркеров транзиционного (Ts) типа (84%) была значительно выше, чем у ОНП маркеров трансверсионного (Tv) типа (16%), в соотношении Ts/Tv, равной 5,3 единиц. Надежность новой панели генотипирования была проверена в коллекции мягкой пшеницы (*T. aestivum* L.). Коэффициент генетического разнообразия и величина информационного полиморфизма для 69 образцов пшеницы составляли 0,252 и 0,205 единиц соответственно. Самый высокий полиморфизм был выявлен у

разновидностей var. *ferrugineum* и var. *milturum*, самое низкое разнообразие определено для var. *hostianum.* С помощью PCoA анализа были даны разъяснения 22,5% вариаций первых трех координат. Таким образом, ОНП маркеры, включенные в панель генотипирования, позволили выявлять генотипы с уникальными профилями, а также создать общую картину генетического разнообразия во всей коллекции.

Ключевые слова: *Геном мягкой пшеницы, ПЦР-GBS, секвенирование ампликонов, мультиплексирование, ОНП, транзиция, трансверсия*

Development of genotyping panel for wheat using AmpliSeq technology

M.A.Abbasov

Genetic Resources Institute, Azerbaijan National Academy of Sciences, Baku, Azerbaijan

PCR-GBS or multiplexing amplicon sequencing is an alternative method for reducing genome complexity with the use of selective primers and is an indispensable tool for plant breeding and genome research. In the research work, for the first time, a PCR-genotyping panel comprising 830 primers spread across the wheat genome (A, B and D) was developed. After filtration, the newly created panel consisted of 401 high quality markers. Among the three wheat genomes, the B genome had the highest (151 single nucleotide polymorphism (SNPs)), and the D genome (88 SNPs) had the lowest marker density. Out of 21 chromosomes, 1B and 3B were characterized with the highest, and chromosomes 3D and 4D with the least SNPs. The frequency of transition-type SNPs (84%) was significantly higher than transversion-type SNP markers (16%), with Ts/Tv ratio equal to 5.3. The reliability of the new genotyping panel was tested in the bread wheat (*T. aestivum* L.) collection. The genetic diversity coefficient and polymorphism information content for 69 bread wheat accessions were 0.252 and 0.205, respectively. The highest polymorphism was observed for var. *ferrugineum* və var. *milturum*, and the least variation was for var. *hostianum*. Using the PCoA analysis, 22.5% of the variations of the first three coordinates were elucidated. Thus, SNP markers included in the genotyping panel allowed identifying genotypes with unique profiles, as well as to generate a general picture of genetic diversity in the whole collection.

Keywords: *Bread wheat genome, PCR-GBS, amplicon sequencing, multiplexing, SNP, transition, transversion*

Həyat elmləri və biotibb jurnalı, cild 74, №2, səh. 78-82 (2019)

Yoğun bağırsağın xoş xassəli törəmələrinin müalicəsinə müasir yanaşma prinsipləri

N.Y. Bayramov[1*], A.K. Səfiyeva[2]

[1]*Azərbaycan Tibb Universitetnin I Cərrahi xəstəliklər kafedrası, A.A.Bakıxanov, 23, Bakı AZ1022, Azerbaijan; *E-mail: nurubay2006@yahoo.com*
[2]*Mərkəzi Gömrük Hospitalı, K.Kazımzadə, 118, Bakı AZ1065, Azərbaycan; E-mail: lady_surgeon74@yahoo.com*
Çapa qəbul edilmişdir: 21.09.2019

Kolorektal poliplər yoğun bağırsağda ən çox müşahidə olunan xoş xassəli törəmələr olub, 5% hallarda “kolorekatal xərçəngə” transformasiya edə bilər. Bu səbəbdən kolorektal adenomaların müalicəsində və kolorektal xərçəngin taranmasında kolonoskopiyanın rolunu araşdırmaq, kolorektal poliplərin xoş və bədxassəli olması sualına cavab vermək zəruridir. 2011-2016-cı illər ərzində Mərkəzi Gömrük Hospitalının Endoskopiya şöbəsində kolonoskopiya edilmiş 1375 xəstənin 118-nə endoskopik polipektomiya aparılmışdır.Polipektomiyalar sıxıcı həlqə və forseps biyopsi ilə həyata keçirilmişdir. Adenomatoz poliplər kolorektal xərçəngin inkişafında mühüm rol oynayır. Bu baxımdan müntəzəm və zamanlı olunan kolonoskopiyalar yoğun bağırsağın bədxassəli törəmələrinin qarşısını alınmasında mühüm rol oynayır.

***Açar sözlər**: Kolorektal polip, polipektomiya, perforasiya, qanaxma*

GİRİŞ

Yoğun bağırsağın xoş xassəli törəmələri yoğun bağırsağın selikli qişasının epitelinin çoxalması nəticəsində yaranaraq onun mənfəzə dogru inkişaf edən anormal strukturdur (Lopez-Morra et al., 2014; Yashiro, 2014). Yoğun bağırsağın xoş xassəli törəmələrinin əmələ gəlməsinə səbəb olan faktorlara ailə anamnezində yoğun bağırsağın xərçəngi və ya poliplərin olması, qeyri-spesifik xoralı, Kron xəstəliyi, süd vəzi, uşaqlıq və yumurtaliq xərçəngi, xəstələrin 50 yaşdan yuxarı olması, eyni zamanda yağlı yeməklərlə qidalanma, sigaret, alkoqol, fiziki fəallağın olmaması, kilo və genetik faktorlar (Anfrew and Hongmei, 2016; Grady, 2008) aiddir. Onların daha erkən zamanda aşkarlanması, endoskopik müalicəsi, histoloji nəticəsinə uyğun olaraq nəzarətə alınması gələcəkdə bəd xassəli törəmələrə keçidin qarşısını alır. Aparılan son elmi araşdırmalarda qeyri-steroid iltihab əleyhinə preparatların(məs ibuprofen) və aspirinin yoğun bağırsaq poliplərinin kəsilib götürülməsindən sonra qəbul edilməsi onların təkrar əmələ gəlmə riskini azaldır (Young, 2016). Yoğun bağırsağın xoş xassəli strukturları içərisində ən çox rast gələn törəmə poliplərdir, poliplər xərçəngönü hal hesab edilir, yəni harda polip cox görülürsə orada xərçəng olma ehtimalı daha yüksək olur. Poliplərin görünüşü ,əmələ gəlməsi və patohistoloji strukturuna görə bir neçə təsnifatı mövcuddur (Cancer Facts and Figures 2016; O‘Brein, 1990) Kolorektal adenomalara tubular, tubulovilloz, villoz və serrated poliplər kimi patohistoloji tipli xoşxassəli törəmələr daxildir. Tubular adenomlar daha tez-tez APC geninin inaktivasiyası, xromasomal qeyri-sabitlik fonunda genetik dəyişikliklər nəticəsində ortaya çıxır. Serrated poliplər aberrant DNT metilləşməsi ilə əlaqələndirilir. Adenomatoz poliplərin çox rast gəldiyi yerdə xərçəng olma ehtimalı da daha yüksək olur. Yoğun və düz bağırsağın xərçəngi patohistoloji olaraq adenomatoz poliplərdən inkişaf edir. Yoğun və düz bağırsağın xərçənginin 30-50%-də isə adenoma mövcuddur (Rembacken, 2000; Silverstein, 1997). Yoğun və düz bağırsağın xərçəngin genomunda orta hesabla yüzlərlə, minlərlə abberant metilləşmiş genlər vardır və yalnız bunların bir qismi bu xərçəngin patogenezində əhəmiyyət daşıyır. Bunlar arasında polipin əmələ gəlməsinə və ardıcıl olaraq xərçəngin inkişafına səbəb olan metilləşmiş genlər vardır (Sharma S. et al., 2010). Onların xüsusiyyətlərindən asılı olaraq

(çoxsaylılığı, ölçüləri, histoloji quruluşu və displaziya dərəcəsi) bu törəmələrın təkrarlanma, neoplastik prosesə keçmə riski müxtəlif olur. Bütün adenomatoz poliplərin 5%-də xərçəng inkişaf edir. Yoğun bağırsaq törəmələrinin diaqnostikası və müalicəsində kolonoskopiya alternativi olmayan müayinə metodu hesab olunur (Tae, 2016) Kolonoskopiya müayinəsinin dogru və diqqətli şəkildə aparılması kolorektal poliplərin aşkara çıxarılmasına və sonrakı periodda təqibin aparılamasına və xərçəngin daha erkən aşkarlanmasına kömək edən metoddur (O'Riordain et al., 1991). Kolonskopiya müayinəsi xüsusi hazırlıq tələb edir, müayinə də bağırsağın tam qiymətləndirləməsi və ağırlaşmaların olmaması üçün təmiz olmalıdır.Bağırsaq təmizlyinin kifayət qədər olmaması zamanı 29% hallarda 5 mm kiçik poliplərin, 13%hallarda 6-9 mm olçüsündə olan poliplərin, 6% hallarda isə 10 mm böyük poliplərin nəzərdən qaçması halı müşahidə oluna bilər (Torre, 2012; Zauber, 1997). Tədqiqatlar kolonoskopiyanın yoğun bağırsaq patologiyalarının erkən aşkarlanamasında əvəzsiz bir müayinə metodu olduğunu söyləyir.

MATERİAL VƏ METODLAR

2011-2016-cı illərdə Mərkəzi Gömrük Hospitalının endoskopiya şöbəsində bağırsaq vərdişinin pozulması,qanaxma, qanlı selikli ifrazatn olması, qəbizlik şikayəti olan xəstələr və yaşı 45 yuxarı olub, tarama məqsədilə müraciət edən 1375 xəstəyə kolonoskopiya edilmişdir. Onların 118-də yoğun və düz bağırsaq polipləri aşkarlanmışdır. Tədqiqata daxil olan xəstələrin yaş qrupu 20-65arasıdır.Onlardan 70 xəstə kişi və 48 xəstə qadın olmuşdur. Bu xəstələrdə müayinəyə hazırlıq çox önəmlidir. Belə ki, bağırsağın təmiz olması onların müayinəsi zamanı bağırsaq mənfəzinin tam dəyərləndilrməsini təmin edir. Belə ki, bağırsaqların tam təmiz olmaması bağırsaq mənfəzində potensial xərçəng riski olan xoş xassəli törəmələrin nəzərdən qaçmasına səbəb ola bilər.

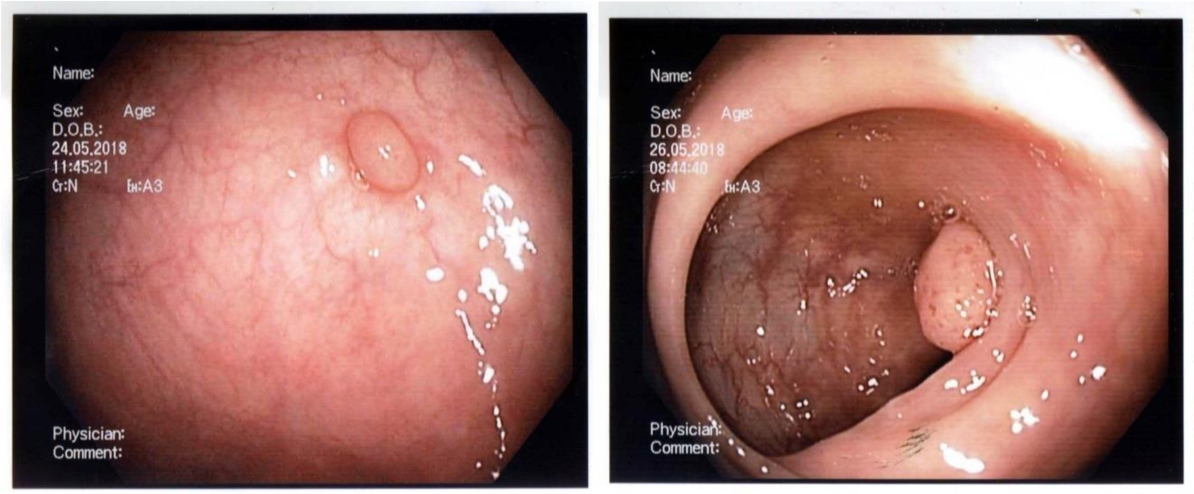
NƏTİCƏLƏR VƏ ONLARIN MÜZAKİRƏSİ

Müayinə yoğun və düz bağırsağın tam dəyərləndirlməsi ilə aparılaraq,aşkar edilən poliplərə ölçüsündən asılı olaraq müdaxilə olunmuşdur. Müayinədə bağırsaq təmizliyinin tam olmasına diqqət yetrilimişdir. Kiçik poliplər forseps biyopsiyası, 0.5 cm böyük poliplər sıxıcı həlqəyə alınaraq kəsilib götürülmüşdür (şək. 1).

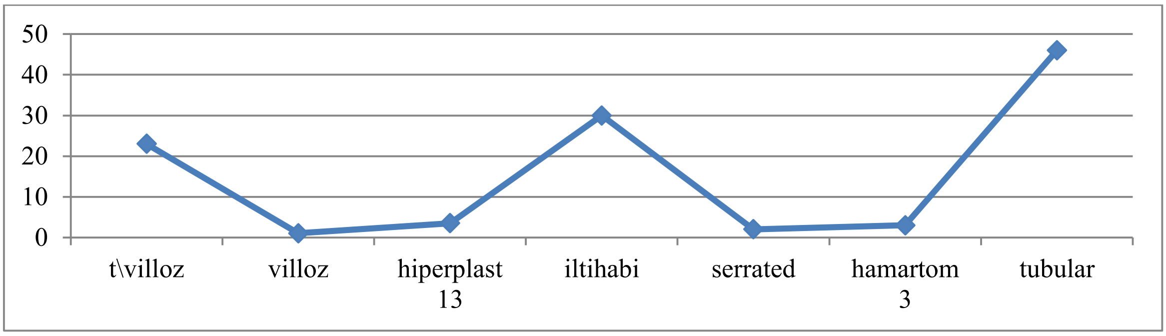
Aşkarlanan poliplərin hamısı patohistoloji müayinəyə göndərilmişdir. Aparılan elmi araşdırılmada hətta kiçik poliplərin belə xərçəng olma ehtimalı haqda fikirlər səslənmişdir. Belə ki, 5mm kiçiklərdə xərçəngə keçmə ehtimalı 2353 polipektomiyadan birində, 6-9 mm arası poliplərdə xərçəngə keçmə ehtimalı 1% çox deyil, belə ki, 297 polipektomiyalardan birində, 10 mm böyük poliplərdə isə 10-25% hallarda yüksək dərəcə displaziya və ya xərçəng, başqa sözlə desək hər 11 polipektomiyadan birində rastlanır.

Alınan poliplərin patohistoloji təsnifatı bu şəkildədir: Tubular - 46, t/villoz - 23, villoz - 1, hiperplastik polip - 13, iltihabi polip - 30, serrated polip - 2, hamartom poliplər - 3 olmuşdur. Müşahidələrdən aydın olmuşdur ki, tubulyar poliplər bağırsağın hər iki yarısında, tubulovilloz poliplər daha çox sol yarısında olur, villoz poliplər isə daha çox rektosigmoid zonada, hamartom və iltihabi poliplər isə daha çox düz bağırsaqda lokalizasiya edir. Adenomatoz poliplərin 65-80% tubular, 25% isə tubulovilloz, 5-10% isə villoz adenomadır. 1 cm kiçik poliplərin 90% tubular poliplərdir. Tubulovilloz adenomalar adətən qarışıq strukturaya malikdir, 17% xərçəngə keçmə ehtimalı vardır villoz adenomaların invaziv xərçəngə keçmə ehtimalı 30-70% arasındadır. Aşkarlanan 30 iltihabi polipin 29-da ölçülər 1 cm kiçik, yalnız birinin ölçüsü 1 cm böyük olmuşdur.

Yoğun bağırsağın xoş xassəli törəmələrindən hesab olunan kolorektal polipləri normal bağırsaq mukozası ilə atipik neoproses arasında keçid mərhələ hesab etmək olar. Onların bədxassəli törəmələrə patohistoloji olaraq keçidini bu şəkildə izləmək olar: anormal toxuma-kript-ocaqlar; hiperplastik/displastik polip. Mukozada olan kolon-kriptlərində kolonositlərin xüsusən də kök/progenitor hüceyrələrin proliferasiya/ apoptosisin aberrant getməsi anormal toxumaya başlangıc verir. Araşdırmamızdan aydın olur ki, poliplərin ölçüsü ilə onun patomorfoloji göstəriciləri arasında bir düz mütənasiblik vardır. Belə ki, 0,5 sm-dən kiçik poliplər daha çox hipeplastik poliplərdir.



Şək.1. Kolonoskopiya zamanı aşkarlanan polip.



Şək. 2. Poliplərin patohistoloji olaraq qrafik təsviri

Poliplərin histoloji olaraq anormal toxumaya keçid mərhələsində aşkarlanması prognostik əhəmiyyət daşıyır (Tae, 2016). Alınan poliplərin 13 hiperplastik poliplərdir, tubular adenomlu polipləri olan xəstələrə təkrari müayinə 1 il sonra, tubulovilloz və villoz polipi olan xəstələrə təkrari müayinə 6 ay sonra tövsiyə olunmuşdur. Yüksək displaziya aşkarlanan iki xəstəyə isə əməliyyat icra olunmuşdur. Polipektomiya zamanı 3 xəstədə qanaxma müşahidə olunmuş, 1 xəstəyə klip qoyulmuş, 2 xəstəyə isə skleroterapiya aparılmışdır. Tarama məqsədli kolonoskopiya müayinəsinə gələn xəstələrdə prosedura ağırlaşmasız keçmiş və mümkun ağırlaşma riski az olmuşdur.

Bəzən polipin ölçüləri ilə onun patohistoloji strukturu arasında düz mütənasiblik olmur. Belə ki, hətta kiçik ölçülü poliplər də belə displaziya təsbitlənə bilər. Ona görə də hətta dimunitif poliplər də kolorektal xərçəngin "xəbərçisi" hesab edələ bilər və bu poliplərin aşkarlanan zaman kəsilib götürülməsi həmin xəstələrdə uzaq gələcəkdə kolorektal xərçəngin əmələ gəlməsini profilaktik olaraq qarşısını alır. Eyni zamanda polipektomiyadan sonra QSİƏP verilməsi onların təkrar olma tezliyini azaldır.

Son olaraq qeyd etmək istəyirik ki, kolonoskopiya müayinəsinin vaxtında və rutin olaraq aparılması, aşkarlanan poliplərin zamanında kəsilib götürülməsi bədxassəli törəmələrin əmələ gəlməsinin qarşısının alınmasında qızıl standart hesab olunur. Lakin təkrari poliplərin əmələ gəlməsi hələ də aktual mövzu olaraq qalmaqdadır

ƏDƏBİYYAT

Anfrew R.M., Hongmei N. (2016) Epidemiology of colorectal cancer. *Int. J. Mol. Epidemiol. Genet.*, **7(3):** 105-114.

Young E.Z. (2016) Colorectal cancer prevention: a proven benefit of nonsteroidal anti-inflammatory drugs. https://newsnetwork. mayoclinic.org/discussion/colorectal-cancer-prevention-a-proven-benefit-of-nonsteroidal-anti-inflammatory-drugs/

Cancer Facts and Figures (2016) American Cancer Soc., Cancer. org., 72 p.

Grady W.M., Carethers J.M. (2018) Genomic and epigenetic instability in colorectal cancer pathogenesis. *Gastroenterology*, **135:**1079-1099.

Lopez-Morra H.A., Linn S., Tejada J., Ofori E.A. et al. (2014) Sa1444 does ınsulin ınfluence the risk of colon adenomas and colorectal cancer. A Multicenter look at a minority population. *Gastrointestinal Endoscopy*, **79:** AB214.

O'Brein M.J., Winawer S.J., Zauber A.G. et al. (1990) The national polyp study. Patient and polyp characteristics associated with high-grade dysplasia in colorectal adenomas. *Gastroenetero-logy,* **98:** 371-379.

O'Riordain D.S., O'Dwyer P.J., Cullen A.F. et al. (1991) Familia juvenile polyposis coli and colorectal cancer. *Cancer*, **68:** 889-892.

Rembacken B.J., Fujii T., Cairnis A. et al. (2000) Flat and depressed colonic neoplasms:a prospective study of 1000 colonoscopies in the UK. *Lancet*, **355:** 1211-1214.

Sharma S., Kelly T.K., Jones P.A. (2010) Epigenetics in cancer. *Carcinogenesis*, **31:** 27–36.

Silverstein F.E., Tytgat G.N.J. (1997) Colon I: Polyps and Tumors. *Gastrointestinal Endoscopy*. 3rd ed. Mosby-Wolfe, pp 261-291.

Tae O.K. (2016) Optimal colonoscopy surveillance ınterval after polypectomy. *Clin. Endoscopy*, **49(4):** 359-363.

Torre L.A., Bray F., Siegel R.L., Ferlay J., Lortet-Tieulent J., Jemal A. (2015) Global cancer statistics, 2012. *CA Cancer L. Clin.*, **65:**87-108

Yashiro M. (2014) Ulcerative colitis-associated colorectal cancer. *World J. Gastroenterol*., **20:** 16389-16397.

Zauber A.G., Winawer S.J. (1997) Initial management and follow-up survillance of patients with colorectal adenomas. *Gastroenterol. Clin. North. Am.,* **26:** 85-101.

Принципы современного подхода к лечению доброкачественной опухоли толстой кишки

Н.Ю. Байрамов[1], А.К. Сафиева[2]

[1]*Первая кафедра хирургических болезней Азербайджанского медицинского университета, Баку, Азербайджан*
[2] *Центральный таможенный госпиталь, Баку, Азербайджан*

Колоректальный полип является наиболее часто встречающейся доброкачественной патологией толстой кишки, 5% которой развиваются как «колоректальный рак». Следовательно, необходимо исследовать роль колоноскопии в лечении колоректальной аденомы и скрининге колоректального рака и ответить на вопрос, станут ли колоректальные полипы злокачественными или нет? С 2011 по 2016 годы эндоскопическая полипэктомия была применена к 118 из 1375 пациентов отделения эндокопии Центральной Таможенной больницы. Полипэктомия была выполнена с помощью сжимающего кольца и зажима для биопсии. Аденоматозные полипы играют решающую роль в развитии колоректального рака, поэтому применение своевременной и рутинной колоноскопии считается важным подходом для предотвращения развития злокачественных новообразований толстой кишки.

Ключевые слова: *Колоректальный полип, полипэктомия, перфорация, кровотечение*

Principles of the modern approach to the treatment of benign colorectal tumors

N.Y. Bayramov[1], A.K. Safiyeva[2]

[1]*Department of I Surgical Diseases, Azerbaijan Medical University, Baku, Azerbaijan*
[2]*Central Customs Hospital, Baku, Azerbaijan*

Colorectal polyp is the most commonly encountered intestinal colon benign pathology, 5% of which develop as "colorectal cancer". Hence, it is indispensable to investigate the role of colonoscopy in colorectal adenoma treatment and screening for colorectal cancers and to answer the question of whether the colorectal polyps would become malignant or not malignant. During the course of 2011 and 2016, endoscopic polypectomy was performed in 118 patients out of 1375 patients at the Endoscopy Department of the Central Customs Hospital. Polypectomy was performed with a squeezing ring and a biopsy clamp. Adenomatous polyps play a crucial role in the development of colorectal cancer. So that timely and routine colonoscopy is considered as an important approach for thwarting the development of malignant neoplasms.

Keywords: *Colorectal polyps, polypectomy, perforation, bleeding*

Həyat elmləri və biotibb jurnalı, cild 74, №2, səh. 83-89 (2019)

Изучение изменений основных биохимических показателей крови в динамике развития модифицированного аллоксанового диабета у крыс

Х.Р. Ахундова

НИЦ и кафедра Семейной медицины Азербайджанского медицинского университета, Е.Гасымзаде, 14, Баку AZ1007, Азербайджан; E-mail: xumra_akhundova@mail.ru

Принята к печати: 21.12.2019

В статье приводятся данные биохимических изменений в крови экспериментальных крыс на фоне модифицированного аллоксанового диабета в динамике. При этом отмечается нарушение в организме баланса между прооксидантной системой и системой антиоксидантной защиты, что в различной степени выраженности сопровождается дефицитом инсулина. Возникающий при сахарном диабете окисидативный стресс представляет собой замкнутый порочный круг, поскольку способствует увеличению источников образования свободных радикалов и ослаблению активности антиоксидантной системы, что, в свою очередь, приводит к повреждению тканей. Оксидативный стресс сопровождается уменьшением усвоения и расходом глюкозы жировой тканью, нарушением секреции инсулина β-клетками, увеличением скорости ПОЛ, в результате которого возникает метаболический синдром.

Ключевые слова: *Аллоксан тригидрат, сахарный диабет, экспериментальные крысы, биохимия крови.*

ВВЕДЕНИЕ

Многочисленными исследованиями показано, что при сахарном диабете (СД) возникшая гипоксия, приводит к активации образования высокотоксичных для клетки организма свободнорадикальных продуктов промежуточного обмена кислорода (Иванов и др., 2010). Отрицательная роль свободнорадикальных процессов при сахарном диабете подтверждается на практике тем, что антиоксиданты существенно ослабляют нарушения, связанные с гипоксией, особенно в постгипоксическом периоде. Развитие оксидативного стресса и микроангиопатии связано с накоплением в сосудистой стенке липопротеинов низкой плотности (ЛПНП), активизацией процессов перекисного окисления липидов (ПОЛ), увеличением образования свободных радикалов, подавлением синтеза антиоксидантных ферментов (Аметов и др., 2003). Таким образом, сахарный диабет является тригерным механизмом запуска развития окислительного стресса, в результате чего увеличивается содержание субстратов окисления (глюкоза и липиды) и снижается активность естественных антиоксидантных систем (супероксиддисмутаза, каталаза, глутаминовая пероксидаза), изменяется структура липидного обмена в печени (Viswanathaswaing, 2011).

Является доказанным факт повреждения липидного биослоя клеточных мембран при усилении данного окисления. В этом аспекте изменение, возникающие при активации ПОЛ в организме, рассматривается как синдром пероксидации (Мажуль, 1987; Иванов и др., 2010).

В противовес свободнорадикальным процессам в организме существует антиоксидантная система (АОС), представляющая собой совокупность защитных механизмов клеток, тканей, органов и систем, направленных на сохранение и поддержание гомеостаза в организме. Равновесие между этими двумя противоположными составляющими в состоянии физиологического оптимума удерживает перекисное окисление на определенном низком уровне, препятствуя развитию цепного окислительного процесса, что собственно и характеризует антиоксидантный статус организма (Baynes et al., 2000).

Целью исследования явилась изучение изменений некоторых наиболее важных биохимических показателей сыворотки крови на фоне воспроизведенной аллоксановой модели сахарного диабета.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Биохимические исследования выполнены на 120 беспородных белых крысах массой 180 - 220 г, которых делили на группы и подгруппы, согласно задачам исследования.

Избирательное повреждение β-клеток поджелудочной железы осуществляли методом модифицированного моделирования сахарного диабета при введении аллоксана тригидрата (производства фирмы "La Chema", Чехия). Аллоксана тригидрат вводили по схеме внутрибрюшинно в дозе 170 мг/кг.

Острая форма аллоксановой модели характеризуется высокой летальностью порядка 60-80% от исходного (Закирьянов и др., 2007; Chatzigeorgion et al., 2009; Etuk, 2010). В этой связи мы в своих экспериментах использовали модифицированный метод дробного введения аллоксана тригидрата (Джафарова, 2015). При данном методе падеж составляет порядка 20-30% от исходного. Метод заключается в предварительной суточной пищевой депривации крыс со свободным доступом к воде. На этом фоне дробное введение аллоксана тригидрата в дозе 170 мг/кг (на 1, 2 и 4 сутки) позволяет к 10 дню моделирования получить устойчивое повышение уровня глюкозы до 480-520 mg/dl при незначительной летальности грызунов. По автору модернизированной методики введение аллоксана в дозах ниже диабетогенных на протяжении длительного времени может привести к развитию гипергликемии, глюкозурии и морфологическим изменениям в β - клетках поджелудочной железы. Моделироваие производится по следующей схеме: в первый день животным вводится 2/3 дозы, во второй день 1/3 дозы, через день дополнительно аллоксана тригидрат вводится в количестве 1/3 от общей дозы. При введении аллоксана животным повышение содержания глюкозы выше 350 мг/дл указывает на достижение желаемого результата моделирования сахарного диабета. В течение всего периода воспроизведения аллоксановой модели наблюдали за состоянием животных, изменением массы тела, поведения, температуры, мотивации к воде и пище, состоянием шерстки и другие. Содержание инсулина определяли набором реактивов (Demeniteckillwellsee, Германия), изменения продуктов ПОЛ: диеновых конъюгатов и малонового диальдегида - фотоколориметрическим методом по окрашенным продуктам тиобарбитуровой кислоты методом В.П. Гаврилова и др. (1987), показатели содержания каталазы по методу М.А.Королюк (1988), общей антиоксидантной активности – по методу C.Rice-Evans и соавт. (2000). Определение содержания глюкозы, триглицеридов, ОХ, ЛПВП, ЛПНП, ЛПОНП, а также активности ферментов ЩФ, АСТ, АЛТ, γ-ГТ проводили ферментативным методом на приборе BioScreen MS-2000 (USA) с использованием набора реактивов Human (Германия). Статистическая обработка результатов проведены методами дисперсионного (F-Ficher) и вариационного (U-Mann-Whitney) анализов.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

При изучении биохимических показателей крови в динамике развития модифицированного аллоксанового диабета у крыс выявили следующие изменения. На экспериментальной модели СД, вызванного введением аллоксана, поражение β-клеток островков Лангерганса приводит к частичному или полному нарушению секреции инсулина и длительной гипергликемии. На модели диабета глюкоза в плазме крови повышается в 4 и более раза и доходит в среднем до отметок 491,6 мг/дл. При этом минимальная концентрация глюкозы составляла 469 мг/дл, а максимальная 514,0 мг/дл (табл. 1).

Как следует из представленной в таблицы 1, у животных на фоне введения аллоксана через 10 дней наблюдалось снижение каталазной и пероксидазной активностей в 1,4 раза ($p<0,001$) и 1,1 раза ($p<0,001$) соответственно по сравнению с интактной группой. Общая антиоксидантная активность снизилась в 1,2 раза ($p<0,001$). На 10-ые сутки эксперимента отмечается также повышение концентрации таких

прооксидантных показателей как МДА и ДК. Так, после индукции аллоксаном при экспериментальном СД средняя математическая концентрация МДА составила 14,3 мкмоль/л, минимальный показатель 11,8 мкмоль/л, а максимальный показатель составил 17,2 мкмоль/л (табл. 2). Сравнение полученных результатов концентрации МДА с интактными крысами показывает достоверное увеличение в 3,6 раза.

Об этом свидетельствует также повышение уровня первичного продукта ПОЛ – ДК, а также вторичного продукта - МДА при аллоксановом диабете. Из таблицы 2 видно также повышение уровня МДА в сыворотке крови с 4,03±0,88 до 14,24±2,1 в течение 10 суток, что составляет 253,9% по сравнению с интактной группой. Наравне с этим наблюдается повышение уровня ДК с 6,72 ±0,06 до 14,3±0,06 nmol/ml, что составляет 218,2% по сравнению с группой интактных животных.

Определение содержания ПОЛ интактных животных показало, что содержание первичных (ДК) и вторичных (МДА) продуктов свободно радикального окисления липидов в сыворотке крови возрастает. На фоне увеличения содержания токсичных продуктов ПОЛ активность ферментов антиоксидантной системы к 10 суткам после введения аллоксана имеют тенденцию к уменьшению.

Из вышеуказанного видно, что наряду с увеличением свободно радикального окисления липидов, приводящие к нарушению структуры плазматической мембраны при аллоксановом диабете, наблюдается изменения в системе АОЗ. В крови к 10-ым суткам аллоксановой модели имеет место снижение активности каталазы и пероксидазы, что объясняется чувствительностью данных ферментов к усилению окислительных процессов в клетке. В этом аспекте результаты наших исследований подтвердили многочисленные данные литературы об интенсификации перекисного окисления липидов (ПОЛ) при сахарном диабете (Гасимова и др., 2017).

Анализируя результаты, полученные у животных с аллоксановым диабетом, можно проследить нарушение активности ферментов АОС на фоне повышения интенсивности свободно-радикального окисления (Elsner et al., 2006; Selyatitskaya et al., 2008).

Таблица1. Изменение концентрации глюкозы и антиокислительной активности крови у крыс на фоне аллоксановой модели (*n*=10, *M*±*m*).

Группы	Статистические показатели	Глюкоза, мг/дл	Каталаза, ммоль/л	Общая антиоксидантная активность, ммоль/л	Пероксидаза, ммоль/л
Интактная группа	M	119,2 ±1,1	0,30±0,003	37,9±0,5	87,2±0,5
	min - max	114,0-124,0	0,29-0,32	35,8 – 41,0	84,4 – 90,1
Аллюксановая модель на 10 день	M	491,6±5,5*	0,21±0,015	31,3±0,7	81,6±1,0
	min - max	469,0-514,0	0,17-0,29	28,7 - 341	78,2 – 87.1

Достоверность различий при *(p<0,001)

Таблица 2. Изменение продуктов перекисного окисления липидов крови у крыс на фоне аллоксановой модели (n=10, *M*±*m*)

Группы	Статистические показатели	Малоновый диальдегид, мкмоль/л	Диеновые конъюгаты, $Д_{232/мл}$
Интактная группа	M	4,0±0,2	6,7±0,4
	min - max	3,15 – 5,02	5,12 - 8,24
Аллюксановая модель на 10 день	M	14,3 ± 0,6*	21,4 ± 0,8*
	min - max	11,8 – 17,2	17,9 - 24,5

Достоверность различий при *(p<0,001)

Таблица 3. Изменение ферментных показателей крови у крыс на фоне аллоксановой модели *(n*=10*, M±m)*

Группы	**Статистические показатели**	**Аланинаминотрансфераза, u/l**	**Аспартатаминотрансфераза, u/l**	**Гаммаглутанотрансфераза, u/l**	**Щелочная фосфатаза, u/l**
Интактная группа	M	61,7 ± 0,8	251,9 ± 1,7	27,1 ± 0,1	329,9 ± 4,4
	min - max	57,8 - 65,6	246-263	24,3 – 31,1	310 - 353
Аллюксановая модель на 10 день	M	92,2 ± 1,3*	315,2 ±1,1	50,9 ± 1,1*	643,5 ± 2,9*
	min - max	87,4 – 98,5	312,0 – 321,0	47,0 – 55,9	632,0- 655,0

Достоверность различий при *(p<0,001)

Таблица 4. Изменение липидного обмена крови у крыс на фоне аллоксановой модели *(n*=10*, M±m)*

Группы	**Статистические показатели**	**Общий холестерин, ммоль/л**	**Триглицериды, ммоль/л**	**Липопротеиды высокой плотности, ммоль/л**	**Липопротеиды низкой плотности, ммоль/л**	**Липопротеиды очень низкой плотности, ммоль/л**
Интактная группа	M	51,0 ± 0,9	39,1 ± 1,1	15,8 ± 0,8	27,3 ± 0,6	8,37 ± 0,32
	min - max	46,4-55,3	33,1-45,0	14,4-19,1	24,1-32,3	3,7-6,2
Аллюксановая модель на 10 день	M	88 ± 0,9*	120,8 ±0,9*	11,0 ±0,6	34,3 ± 0,7	13,2 ± 0,65
	min - max	55,5-63,0	116,0-124,0	7,9 -13,2	32,0-37,7	12,5-16,1

Достоверность различий при *(p<0,001)

В рамках влияния аллоксана на организм крыс нами также проведены анализы по оценки изменения биохимического метаболизма в печени при СД (табл. 3). Введение аллоксана животным привела к повышению активности АЛТ, АСТ, γ-ГТ и щелочной фосфатазы. Так к 10-ым суткам наблюдалось повышение активности АЛТ, АСТ, γ- ГТ в 1,5 раза (p<0,001), в 1,3 раза (p<0,001) и 1,9 раза (p<0,001) соответственно по сравнению с интактной группой. Выявлены увеличение активности щелочной фосфатазы в 2 раза (p<0,001) по сравнению с группой интактных животных. Можно видеть характерное преобладание повышения уровня АЛТ над уровнем АСТ.

Маркеры холестаза, такие как ЩФ, γ-ГТ также повысились на 95,1% и 88% соответственно. Обращает на себя внимание повышенная активность этих ферментов, что может быть связана у животных с СД, как холестатической реакцией поврежденной печени, так же и с нарушением способности печеночных клеток к катаболизму ЩФ. Указанные изменения биохимических показателей крови может свидетельствовать об активации дегенеративных процессов в печени в ответ на введение аллоксана.

Одной из важнейших звеньев и специфической картины СД является диабетическая дислипидемия. Состояние липидного обмена характеризовали, определяя содержание общего холестерина (ОХ), липопротеидов высокой и низкой плотности (ЛПВП и ЛПНП), липопротеидов очень низкой плотности (ЛПОНП), а также триглицеридов (Viswanathaswaing, 2011).

Согласно результатом нашего исследования, у крыс с аллоксановым диабетом наблюдалось нарушение липидного обмена, который проявлялся в повышение содержания в сыворотке триглицеридов, ЛПНП, ЛПОНП и общего холестерина, а также в снижении содержания ЛПВП (табл. 4).

Таким образом, данные изменения в крови животных на 10-ые сутки экспериментального СД указывают на развитие специфической картины диабетической дислипидемии. Согласно полученным результатам при введении аллоксана подопытным животным, наряду с гипергликемией развивается умеренная гиперлипидемия, что совпадает с данными литературы (Viswanathaswaing, 2011). В результате гипергликемии у животных в ходе эксперимента активируется процесс липолиза. По данным литературы, в результате этого в кровеносное русло высвобождаются свободные жирные кислоты, которые в печени превращаются в триглицериды и секретируется в виде атерогенных ЛПНП и ЛПОНП. В ходе экспериментов нами

было установлено, что аллоксан-индуцированный диабет привел к усиленному образованию первичных и вторичных продуктов ПОЛ (табл.1), что в свою очередь способствовало увеличению содержания ЛПНП и ЛПОНП, а также снижению ЛПВП (табл.3). Повышенное содержания ТГ и ОХС в сыворотке при СД сопровождалось снижением уровня холестерина ЛПВП. Снижение холестерина ЛПВП свидетельствует о нарушении метаболизма ОХС, потому что ЛПВП участвуют в поглощение ОХС из тканей. Прежде всего, увеличение содержания ТГ предполагает увеличение содержания ЛПОНП.

Как следует из представленных выше данных, у животных наряду с гиперлипидемией, активацией ПОЛ, наблюдалось также ослабление антиоксидантной защиты, проявляющегося в снижение каталазной и пероксидазной активности в сыворотке. Повышение в крови уровней прооксидантов (МДА, ДК) ослабило функцию АОЗ. Увеличение первичных и вторичных продуктов ПОЛ приводит к нарушению структуры и свойств клеточной мембраны. Компоненты АОС каталаза и пероксидаза оказываются чувствительными к усилению оксидативного стресса в клетке, что проявляется снижением их активности.

Результаты исследования свидетельствует о том, что при развитии СД изменение в липидном составе имеет, видимо атеросклеротическую направленность.

У подопытных крыс после введения аллоксана наблюдалось повышение активности АЛТ, АСТ, γ-ГТ и щелочной фосфатазы. Такие изменения активности ферментов азотистого обмена в печени свидетельствуют об увеличении катаболизма аминокислот у крыс с СД (Черкасова и др., 2011).

Итак, на фоне моделированного аллоксаном сахарного диабета отмечается нарушение в организме баланса между прооксидантной системой и системой антиоксидантной защиты, что в различной степени выраженности сопровождается дефицитом инсулина. Возникающий при этом окисидативный стресс при СД представляет собой замкнутый, порочный круг в связи с увеличением источников образования свободных радикалов, ослаблением активности АОС, которое ведет к повреждению тканей. Оксидативный стресс сопровождается уменьшением усвоения и расходом глюкозы жировой тканью, нарушением секреции инсулина β-клетками, увеличением скорости ПОЛ, в результате которого возникает метаболический синдром.

Таким образом, для лечения больных СД требуются вещества, которые не только нормализуют гипергликемию, но и ограничивают образование свободных радикалов, одновременно блокируя основные пути развития данного заболевания, повышая при этом активность антиоксидантной системы. Таковыми могут быть лекарственн - растительные средства с антиоксидантными и антиокислительными свойствами.

ВЫВОДЫ

1. При моделировании сахарного диабета путем дробного введения аллоксана развивается стойкая и продолжительная гипергликемия, способствующая оксидативному стрессу; последний характеризуется изменением биохимического статуса экспериментальных крыс.
2. Наравне с изменениями ферментных показателей крови нарушается липидный обмен, проявляющиеся повышением содержания общего холестерина, триглециридов, ЛПНП, ЛПОНП, но снижением содержания ЛПВП.
3. Возникающий при сахарном диабете окисидативный стресс представляет собой замкнутый, порочный круг в связи с увеличением источников образования свободных радикалов, ослаблением активности АОС, который ведет к повреждению тканей.

ЛИТЕРАТУРА

Аметов А.С., Соловьева О.А. (2011) Окислительный стресс при сахарном диабете 2-го типа и пути его коррекции. Проблемы эндокринологии, **№ 6:** с. 52-56.

Гаврилов В.Б., Гаврилова А.Р., Мажуль Л.М. (1987) Анализ методов определения продуктов перекисного окисления липидов в

сыворотке крови по тесту с тиобарбитуровой кислотой. *Вопросы мед. химии*, **№1:** 118-122.

Гасимова А.Ш., Алиев С.Д., Алиев М.Х., Алиев Э.М, Джафарова Н.А., Мамедзаде А.Я., Алиев О.С., Шахвердиев Г.Г. (2017) Окислительный стрес в патогенезе нарушений микролимфоциркуляции при сахарном диабете. *Вестник Казахстана*, **№1:** 13-17.

Джафарова Р.Э. (2013) Сравнительное исследование различных моделей аллоксан-индуцированного сахарного диабета. *Казанский медицинский журнал*, **№6:** 915-914.

Закирьянов А.Р., Плахотский М.А., Онищенко Н.А. (2007). Диабетические осложнения у крыс при длительных сроках моделирования сахарного диабета 1-го типа. *Патологическая физиология и экспериментальная терапия*, **№4:** 21-25.

Иванов В.В., Шахристова Е.В., Степова Е.А., Жаворонок Т.В., Новицкий В.В. (2010) Перекисное окисление липидов и система глутатиона в жировой ткани крыс с аллоксановым диабетом. *Сибирский научный медицинский журнал*, **30(№6):** 101-104.

Королюк М.А., Иванова Л.И., Майорова И.Г., Токарев В.Е. (1988). Метод определения каталазы. *Лабораторное дело*, *«Медицина»,* **№1:** 16-19.

Мажуль Л.М. (1987) Некоторые показатели перекисного окисления липидов в крови крыс раннего возраста при алоксановом диабете. *Вопросы медицинской химии*, **№2:** 41-44.

Черкасова О.П., Кузнецова Н.В., Пальчикова Н.А., Селятицкая В.Г. (2011) Активность адреналокортикальной системы при экспериментальном диабете у крыс. *Экпериментальная диабетология*, **№2:** 37-40.

Baynes J.W., Thorpe S.R. (2000). Oxidative stress in diabetes. *Antioxidants in diabetes management*. Ed.: L.Packer, N.Y. M.Dekker Inc., p. 77–92.

Chatzigeorgion A., Halapas A., Kalafatakis K., Kamper E. (2009) The use of animal models in the study of diabetes mellitus. *In Vivo*, **23(2):** 245-258.

Elsner M., Gurgul-Convey E., Lenzen S. (2006) Relative importance of cellular uptake and reactive oxygen shecies for the toxicity of alloxan and dialuric acid to insulin-producing cells. *Free Radic Biol. Med.*, **41:** 825-834.

Etuk E.U. (2010) Animals models for studying diabetes mellitus. *Agric. Biol. J.N. Am.,* **1(2):** 130-134.

Rice-Evans C. (1994) Total antioxidant status in plazma and blood fluids. *Meth. Enzimol.*, **234(2):** 279-293.

Selyatitskaya V.G., Cherkasova O.P., Pankina T.V., Palchikova N.A. (2008) Functional state of adrenocortical sistem in rats with manifest alloxaninduced diabetes mellitus. *Bull. Exp. Biol. Med.*, **6:** 708-710.

Viswanathaswamy A.H. (2011) Antihyperglycemic and antihyperlipidemic activity of plectrathus amboinicus on normal and alloxainduced diabetic rats. *Ind. J. Pharm. Sci.*, **73:** 139-145.

Siçovullarda modifikasiya olunmuş alloksan diabetinin dinamikada inkişafının əsas biokimyəvi göstəricilərinin dəyişikliklərinin öyrənilməsi

X.R. Axundova

Azərbaycan Tibb Universitetimиm ETM və Ailə təbabəti kafedrası, Bakı, Azərbaycan

Məqalədə təcrübi siçovulların qanında modifikasiya olunmuş alloksan diabeti fonunda dinamikada biokimyəvi dəyişikliklərin rəqəmləri göstərilmişdir. Bu zaman orqanizmdə prooksidant sistemlə antioksidant müdafiə sistemləri arasında balans pozulur ki, bu da öz növbəsində müəyyən dərəcəli insulin qıtlığı ilə müşahidə edilir. Şəkərli diadet fonunda yaranan oksidativ stress özlüyündə qapalı qüsurlu dövran xarakteri daşıyır ki, bu zaman toxuma zədələnməsi törədən azad radikalların yaranma mənbələri artır, antioksidant sistem aktivliyi zəifləyir. Oksidativ stress piy toxuması ilə qlükozanın mənimsənilməsi və sərfinin azalması, β-hüceyrə tərəfindən insulin sekresiyasının pozulması, LPO sürətinin artması ilə müşayət olunur ki, nəticədə metabolik sindrom inkişaf edir.

Açar sözlər: *Alloksan trihidrat, şəkərli diabet, təcrübi siçovullar, qanın biokimyası*

Study of changes in basic biochemical indicators of blood in the dynamics of development of modified alloxan diabetes in rats

Kh.R. Akhundova

Research Center and Department of Family Medicine, Azerbaijan Medical University, Baku, Azerbaijan

The article presents data on biochemical changes in the blood of experimental rats on the background of modified alloxan diabetes in dynamics. At the same time, there is a violation of the balance between the prooxidant system and the antioxidant defense system in the body, which is accompanied by insulin deficiency in varying degrees of severity. The arising oxidative stress in diabetes is a vicious cycle in connection with an increase in the sources of free radical formation, a weakening of the activity of the antioxidant system, which leads to tissue damage. Oxidative stress is accompanied by a decrease in the absorption and consumption of glucose by adipose tissue, impaired insulin secretion by β-cells, an increase in the rate of lipid peroxidation, which results in metabolic syndrome.

Keywords: *alloxan trihydrate, diabetes mellitus, experimental rats, blood biochemistry*